

**ANALISIS DATA GEOLISTRIK METODE IP (*INDUCED
POLARIZATION*) UNTUK MENGETAHUI SEBARAN
LUMPUR DI BAWAH PERMUKAAN
(Studi Kasus Desa Sekarkurung Kecamatan Kebomas
Kabupaten Gresik)**

SKRIPSI

**Oleh :
RAHMA SANDI ISNENI
NIM. 16640069**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**ANALISIS DATA GEOLISTRIK METODE IP (*INDUCED
POLARIZATION*) UNTUK MENGETAHUI SEBARAN
LUMPUR DI BAWAH PERMUKAAN
(Studi Kasus Desa Sekarkurung Kecamatan Kebomas
Kabupaten Gresik)**

SKRIPSI

Diajukan Kepada:

**Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh:
RAHMA SANDI ISNENI
NIM.16640069**

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS DATA GEOLISTRIK METODE IP (*INDUCED
POLARIZATION*) UNTUK MENGETAHUI SEBARAN
LUMPUR DI BAWAH PERMUKAAN
(Studi Kasus : Desa Sekarkurung Kecamatan Kebomas
Kabupaten Gresik)

SKRIPSI

Oleh:
Rahama Sandi Isneni
16640069

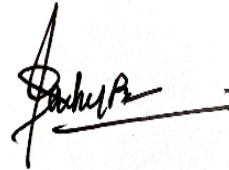
Telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan
Pada Tanggal, 21 April 2021

Pembimbing I



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

Pembimbing II



Ahmad Abtokhi, M.Pd
NIP. 19761003 200312 1 004

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika



Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003




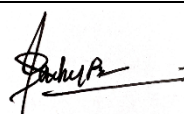
HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS DATA GEOLISTRIK METODE IP (*INDUCED
POLARIZATION*) UNTUK MENGETAHUI SEBARAN
LUMPUR DI BAWAH PERMUKAAN
(Studi Kasus : Desa Sekarkurung Kecamatan Kebomas
Kabupaten Gresik)

SKRIPSI

Oleh:
Rahma Sandi Isneni
16640069

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 21 Mei 2021

Penguji Utama	<u>Irjan, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	
Ketua Penguji	<u>Ahmad Luthfin, S.Si., M.Si</u> NIP. 19860504 201903 1 009	
Sekretaris Penguji	<u>Drs. Abdul Basid, M.Si</u> NIP. 19650504 199003 1 003	
Anggota Penguji	<u>Ahmad Abtokhi, M.Pd</u> NIP. 19761003 200312 1 004	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika

Drs. Abdul Basid, M.Si
NIP. 19650504 199003 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Rahma Sandi Isneni

NIM : 16640069

Jurusan : Fisika

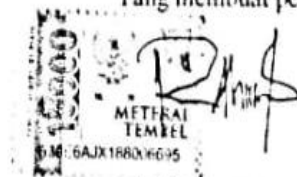
Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Analisis Data Geolistrik Metode Ip (*Induced Polarization*) Untuk Mengetahui Sebaran Lumpur Di Bawah Permukaan (Studi Kasus : Desa Sekarkurung Kecamatan Kebomas Kabupaten Gresik)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur plagiasi maka saya akan bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 21 Mei 2021

Yang membuat pernyataan



Rahma Sandi Isneni

Nim. 16640069

MOTTO

Tetap bersabar, setiap kesulitan terdapat kemudahan

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, atas rahmat dan hidayah-nya saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Karya ini saya persembahkan untuk:

- Kedua orang tua dan adik saya yang telah memberi dukungan dan selalu mendoakan dalam setiap langkah menuju kebaikan.
- Teman-teman yang telah membantu dari awal hingga akhir
- Segenap keluarga besarku

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan proposal ini dengan baik. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada nabi kita, Nabi Muhammad SAW.

Proposal skripsi berjudul “Analisis Data Geolistrik Metode IP (Induced Polarization) untuk Mengetahui Sebaran Lumpur di Bawah Permukaan”.

Penulis menyadari bahwa terdapat bantuan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Abdul Haris, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Drs. Abdul Basid selaku Ketua Jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Drs. Abdul Basid selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu, pengetahuan, bimbingan dan pengarahan selama penulisan proposal Skripsi.
5. Segenap Civitas Akademik Jurusan Fisika terutama seluruh dosen, laboran dan staf karyawan yang bersedia membantu dan menyediakan waktu buat penulis.
6. Orangtua serta keluarga yang selalu mendukung dan memberikan do'a serta semangat agar penulis senantiasa diberikan kemudahan dalam melaksanakan segala hal.
7. Teman-teman Fisika dan Geofisika serta para Sahabat-sahabat yang telah membantu, memberikan motivasi, inspirasi dan memberikan semangat dalam menyelesaikan penulisan.
8. Serta semua pihak yang telah membantu secara langsung maupun secara tidak langsung demi kesuksesan dalam menyelesaikan laporan Praktik Kerja Lapangan ini.

Demikian yang dapat penulis sampaikan, kurang lebihnya mohon maaf .
penulis mohon kritik dan saran yang bersifat membangun.semoga proposal skripsi
ini dapat bermanfaat.

Malang, 2 Mei 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
ABSTRAK	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Batasan Masalah.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Gunung Lumpur (<i>Mud Volcano</i>).....	7
2.1.1 Proses Terbentuknya <i>Mud Volcano</i>	10
2.1.2 Macam-Macam Gunung Lumpur	11
2.1.3 Faktor Penyebab Keluarnya Lumpur	14
2.2 Metode Geolistrik.....	15
2.3 Metode <i>Induced Polarization</i>	16
2.3.1 Sumber Penyebab Fenomena IP	17
2.3.2 Jenis-Jenis Polarisasi	18
2.3.3 Nilai <i>chargeability</i>	20
2.3.4 Pengukuran Fenomena IP	21
2.3.5 Hubungan Daerah Waktu dan Frekuensi	26
2.4 Konfigurasi <i>Wenner</i>	26
2.5 Konfigurasi <i>Schlumberger</i>	28
2.6 Konfigurasi <i>Wenner-Schlumberger</i>	29
2.7 Geologi Daerah Penelitian	31
2.7.1 Stratigrafi	31
2.7.2 Struktur Geologi	32
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	35
3.2 Peralatan Penelitian	36
3.3 Sistem Kerja Alat	36
3.4 Prosedur Penelitian.....	37
3.4.1 Prosedur Pengambilan Data Penelitian.....	37
3.4.2 Prosedur Pengolahan Data	38
3.4.3 Interpretasi dan Analisis	39

3.5 Diagram Alir Penelitian	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisis Data	42
4.1.1 Lintasan 1.....	44
4.1.2 Lintasan 2.....	46
4.1.3 LIntasan 3	48
4.1.4 Lintasan 4.....	50
4.1.5 Model Penampang 3D	52
4.2 Interepretasi Data	52
4.3 Integrasi dan Hikmah Penelitian dalam Ayat Al-Qur'an	55
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	58
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Model Polarisasi Elektroda, Penampang Melintang Batuan dan Gerakan Ion-Ion Pada Pori-Pori Batuan.....	18
Gambar 2.2 Polarisasi Membran.....	20
Gambar 2.3 Potensial Residual Parsial Terhadap Waktu	22
Gambar 2.4 Konfigurasi <i>Wenner</i>	27
Gambar 2.5 Konfigurasi <i>Schlumberger</i>	29
Gambar 2.6 Konfigurasi <i>Wenner-Schlumberger</i>	30
Gambar 2.7 Peta Geologi Gresik	32
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	35
Gambar 3.2 Diagram Alir	41
Gambar 4.1 Model Penampang 2D Lintasan 1	45
Gambar 4.2 Topografi Lintasan 1	45
Gambar 4.3 Model Penampang 2D Lintasan 2	47
Gambar 4.4 Topografi Lintasan 2	47
Gambar 4.5 Model Penampang 2D Lintasan 3	48
Gambar 4.6 Topografi Lintasan 3	49
Gambar 4.7 Model Penampang 2D Lintasan 4	50
Gambar 4.8 Topografi Lintasan 4	50
Gambar 4.9 Model Penampang 3D	52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai <i>Chargeability</i> Mineral dan Batuan.....	20
Tabel 2.2 <i>Chargeability</i> Materi.....	21
Tabel 2.3 <i>Chargeability</i> Beberapa Mineral.....	23
Tabel 4.1 Hasil Lab XRF Sampel 1	43
Tabel 4.2 Hasil Lab XRF Sampel 2	43
Tabel 4.3 Hasil Lab XRF Sampel 3	44
Tabel 4.4 Hasil Analisis Litologi pada lintasan 1	45
Tabel 4.5 Hasil Analisis Litologi pada Lintasan 2.....	47
Tabel 4.6 Hasil Analisis Litologi pada Lintasan 3.....	49
Tabel 4.7 Hasil Analisis Litologi pada Lintasan 4.....	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Pengukuran Geolistrik
Lampiran 2	Dokumentasi Penelitian
Lampiran 3	Peta Geologi

ABSTRAK

Isneni, Rahma Sandi. 2021. Analisis Data Geolistrik Metode IP (Induced Polarization) Untuk Mengetahui Sebara Lumpur di Bawah Permukaan (Studi Kasus Desa Sekarkurung Kecamatan Kebomas Kabupaten Gresik). Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Drs. Abdul Basid, M.Si. (II) Ahmad Abtokhi, M.Pd.

Kata Kunci: Gunung Lumpur (Mud Volcano), Metode Geolistrik, Chargeability

Gunung lumpur merupakan fenomena geologi yang banyak di temui di dunia salah satunya yaitu di Negara Indonesia. Gunung lumpur atau yang disebut mud volcano didefinisikan sebagai proses yang membawa entruksi kepermukaan luar material yang bersumber dari sedimen dalam bumi. Tujuan dari penelitian yaitu untuk mengetahui sebaran lumpur dan litologi bawah permukaan di Desa Sekarkurung Kecamatan Kebomas Kabupaten Gresik. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode geolistrik IP (Induced Polarization) yang merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk menginterpretasi bawah permukaan. Pengambil data dilapangan dengan cara mengambil 4 lintasan di dekat area semburan dengan menggunakan alat *Multichannel Multielectrode Resistivity* dan *IP meter MAE*. Proses pengolahan data menggunakan *software Res2dinv*. Hasil pengolahan data menunjukkan bahwa lumpur menyebar disekitar semburan lumpur seluas lintasan yang didominasi oleh gamping. Litologi bawah permukaan menunjukkan bahwa terdapat batu gamping dengan nilai *chargeability* berkisar anatar 0.0419 msec sampai dengan 21.3 msec dan dominasi gamping yang berasosiasi dengan pasir dan lempung dengan nilai *chargeability* berkisar antara 18.5 msec samapai dengan 214msec.

ABSTRACT

Isneni, Rahma Sandi. 2021. The Analysis of Geoelectric Data using IP Method (Induced Polarization) to Determine the Distribution of Mud Below the Surface (A Case Study of Sekarkurung Village, Kebomas District, Gresik Regency). Thesis. Department of Physics. Faculty of Science and Technology. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Advisors: (I) Drs. Abdul Basid, M.Si. (II) Ahmad Abtokhi, M.Pd.

Keywords: Mud Volcano, Geoelectric Method, Chargeability

Mud volcano is a geological phenomenon that is often encountered in the world. This is also held in Indonesia. Mud volcano or mud volcano is defined as a process of bringing out the surface of material that originates from sediments in the earth. The aim of the study is to determine the distribution of mud and subsurface lithology in Sekarkurung Village, Kebomas District, Gresik Regency. The method used in this study is IP geoelectric method (Induced Polarization), which is one of the geophysical methods used to interpret the subsurface. However, data retrieval in the field is carried by taking 4 paths near the burst area using the Multichannel Multielectrode Resistivity tool and IP meter MAE. Then, to process the data, the researcher uses Res2dinv software. The results of data processing show that the mud spreads around the mudflow in an area dominated by limestone. The subsurface lithology shows that there are limestones with chargeability values ranging from 0.0419 msec to 21.3 and dominance of limestones associated with sand and clay with chargeability values is ranging from 18.5 msec to 214 msec.

الملخص

إثنين, رحم ساندني. 2021. تحليل البيانات الجيوكهربائية باستخدام طريقة IP (الاستقطاب المستحث) معرفة توزيع الطين تحت السطح (دراسة الحالة في قرية سكاركورونج منطقة كبوماس غرسيك ريجنسي). البحث العلمي. قسم الفيزياء. كلية العلوم و التكنولوجيا. جامعة مولانا مالك إبراهيم مالانج الإسلامية الحكومية. المشرف: (1) عبد الباسط الماجستير, (2) أحمد عبطاقي الماجستير.

الكلمات المفتاحيات: بركان الطين (بركان الطين), طريقة الكهروضوئية, قابلية الشحن

يكون بركان الطين ظاهرة جيولوجية غالبًا ما توجد في العالم ، إحداها في إندونيسيا. يُعرّف بركان الطين أو ما يسمى ببركان الطين بأنه عملية تبرز سطح المواد التي تنشأ من الرواسب في الأرض. الغرض من هذه الدراسة هو تحديد توزيع الطين والصخور الجوفية في قرية سكاركورونج منطقة كبوماس غرسيك ريجنسي. الطريقة المستخدمة في هذه الدراسة هي طريقة IP الكهروضوئية (الاستقطاب المستحث) ، وهي إحدى الطرق الجيوفيزيائية المستخدمة لتحديد ما تحت السطح. يتم جمع البيانات في الحقل عن طريق أخذ 4 مسارات بالقرب من منطقة الرشقة باستخدام أداة التثبيت متعدد الأقطاب متعدد القنوات و متر IP مع العلامة التجارية MAE. معالجة البيانات باستخدام برنامج Res2dinv. تظهر معالجة البيانات أن الطين ينتشر حول تدفق الطين فوق منطقة يسيطر عليها الحجر الجيري. يُظهر علم الصخور تحت السطحية أن هناك أحجارًا جيرية ذات قيم قابلية شحن تتراوح من 0.0419 مللي ثانية إلى 21.3 مللي ثانية ، وهيمنة الحجر الجيري المرتبط بالرمل والطين مع قيم قابلية الشحن تتراوح من 18.5 مللي ثانية إلى 214 مللي ثانية.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semburan lumpur atau yang disebut dengan *mud volcano* merupakan fenomena geologi yang banyak ditemui di dunia. Salah satu negara yang banyak mempunyai gunung lumpur yaitu Indonesia. Gunung lumpur terbanyak diwilayah pulau Jawa, yaitu gunung lumpur Bleduq Kuwu yang ada di Grobogan dan gunung lumpur Sidoarjo.

Wilayah Indonesia memiliki potensi energi panas bumi yang diperkirakan mencapai 40% dari total cadangan energi panas bumi dunia sebagaimana Indonesia secara geografis terletak di sepanjang “*Ring of Fire*” atau cincin api dimana sebagian besar gunung berapi ada. Adanya energi panas bumi dapat dilihat dari kemunculannya dipermukaan sebagai manifestasi air panas, fumarole, geyser, tanah hangat/beruap dan lumpur panas. Lumpur panas merupakan manifestasi dari energi panas bumi yang muncul ke permukaan umumnya mengandung uap panas yang tidak terlalu banyak dan tidak mengeluarkan gas hidrokarbon (metana dan asam sulfida) (Pratama, 2014).

Gunung lumpur (*mud volcano*) dihasilkan oleh adanya aliran fluida secara vertical dan semburan lumpur. umumnya terjadi pada cekungan-cekungan sedimentasi. *Mud volcano* terbentuk karena natural gas yang naik ke permukaan ketika menemukan konduit (sesar mendatar yang tegak) dan membawa lumpur (*mud*) yang punya densitas lebih ringan dari sedimen di sekitarnya. Lumpur, gas, batuan, belerang dan garam (di wilayah kering) serta air akan diletuskan di permukaan membentuk kerucut seperti gunung. Proses sedimentasinya dalam

skala yang lebih kecil tetapi dalam gerakan yang lebih cepat, jadi dipicu oleh adanya paket sedimen berdensitas rendah dikelilingi paket sedimen berdensitas lebih tinggi. Gerakan tektonik berpengaruh, juga pada sedimen yang diendapkan. Wilayah sesar mendatar aktif merupakan lahan subur mud volcano. Komposisi dari mud terdiri dari berbagai fase yakni, padat, plastis, cair, dan gas. Bahan-bahan yang dibawa yakni berupa batu, lumpur, belerang, garam, dan gas dari dalam membentuk kolom vertical. Keberadaan *mud volcano* (gunung lumpur) berhubungan dengan minyak dan gas bumi, dan struktur patahan (Amelinda dan Bagus, 2016).

Berdasarkan klasifikasi tempatnya gunung lumpur dibedakan menjadi dua yaitu gunung lumpur yang terkait aktivitas gunungapi dan gunung lumpur yang tidak terkait aktivitas gunungapi. Pada gunung lumpur yang terkait aktivitas gunungapi mempunyai temperatur mendekati 100°C, sedangkan gunung lumpur yang tidak terkait aktivitas gunung api mempunyai temperature yang relative rendah yaitu mendekati 2°C.

Secara regional, Gresik termasuk ke dalam Cekungan Kendeng yang merupakan Zona *Central Depression* Pulau Jawa akibat tumbukan lempeng Eurasia dengan lempeng Indo-Australia, sehingga banyak terdapat patahan yang masih aktif. Di dalam rangkaian Zona Kendeng terdapat sesar geser dengan arah barat daya - timur laut, yaitu sesar Watukosek. Sesar ini memanjang melewati Mojokerto, Gresik, sampai bagian barat Madura, dan menimbulkan sesar-sesar lain, di antaranya sesar yang melewati Banjar Panji sampai Kujung (Putrohari, 2008).

Area desa sekarkurung kecamatan kebomas kabupaten gresik terdapat semburan lumpur. Setelah beberapa tahun mampet semburan lumpur kembali terjadi pada September 2019. Menurut PT. Pertamina Hulu Energi (PHE) dan SKK Migas, kandungan lumpur bercampur minyak itu hanya mengandung 0,03% gas ini tidak terlalu tinggi yaitu hanya sekitar 4 meter.

Penelitian terdahulu yang dilakukan Amelinda dan Bagus (2016) yang berjudul “ Identifikasi Pola Persebaran Sumber Lumpur Bawah Tanah Pada Mud Volcano Gunung Anyar Rungkut Surabaya Menggunakan Metode Geolistrik ” bertujuan untuk mendapatkan informasi bawah permukaan dari mud volcano Gunung Anyar Rungkut, Surabaya, dimana dengan mengetahui informasi bawah permukaan maka dapat dilakukan pemetaan pola penyebaran sumber lumpur bawah tanah mud volcano tersebut. Berdasarkan hasil penelitian dan interpretasi data dapat diperoleh nilai resistansi diidentifikasi bahwa persebaran lumpur meluas kearah tenggara, maka yang diwaspada terjadinya bencana lumpur di daerah tenggara.

Penelitian terdahulu dilakukan Wiranata dkk (2018) yang berjudul “Interpretasi Pola Sebaran Indikasi *Mud volcano* di Suryanata Samarinda dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger” dalam penelitian ini menggunakan metode Resistivitas dan *Induced Polarization* (IP) untuk mengetahui nilai resistivitas dan *chargeability*. Penilitan ini terdapat beberapa lintasan mulai A-F. lintasan A dan C tidak terdapat adanya indikasi mudvolcano dikarenakan tidak ada nya nilai indikasi *mud volcano* yang bersinggungan antara nilai resistivitas dan nilai *chargeability*. Lintasan B,D,E,F didapatkan nilai resistivitas mudvolcano

$(4,5 \pm 0,5) \Omega\text{m}$ dan nilai Chargeability (60 ± 20) msec. *Mud volcano* di daerah penelitian tersebar dari arah utara titik semburan ke arah selatan titik semburan.

Dengan adanya fenomena tersebut dapat dilakukan penelitian untuk mengetahui sebaran lumpur struktur bawah permukaan menggunakan metode geolistrik salah satunya adalah metode *Inducade Polarization* (IP). Sebagaimana firman Allah SWT dalam surat Ath-Thalaq ayat 12 :

اللَّهُ الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَوَاتٍ وَمِنَ الْأَرْضِ مِثْلَهُنَّ يَتَنَزَّلُ الْأَمْرُ بَيْنَهُنَّ لِتَعْلَمُوا أَنَّ اللَّهَ عَلَىٰ كُلِّ شَيْءٍ قَدِيرٌ وَأَنَّ اللَّهَ قَدْ أَحَاطَ بِكُلِّ شَيْءٍ عِلْمًا

artinya:

“Allah-lah yang menciptakan tujuh langit dan seperti itu pula bumi. Perintah Allah berlaku padanya, agar kamu mengetahui bahwasannya Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu dan sesungguhnya Allah ilmunya benar-benar meliputi segala sesuatu”

Para ahli fisika dalam bidang kebumian (*geophysics*) telah menemukan sekaligus memberikan pembuktian ilmiah mengenai yang tercantum dalam al-Qur'an, bahwa struktur bumi memang tersusun atas tujuh lapisan. Ketujuh lapisan tersebut merupakan lapisan tertentu dari dalam bumi dan luar bumi dengan susunan sebagai berikut (Ahmadi, 1998): 1) Inti bumi 2) Lapisan luar inti bumi, 3) Lapisan terbawah pita bumi, 4) Lapisan tengah pita bumi (pita tengah), 5) Lapisan teratas pita bumi (pita atas), 6) Lapisan bawah kerak bumi, 7) Lapisan atas kerak bumi.

Metode yang mendukung pada penelitian ini untuk mengetahui sebaran kantong lumpur salah satunya yaitu metode geolistrik. Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang efektif digunakan untuk eksplorasi dangkal. Metode ini meliputi pengukuran beda potensial, arus, dan elektromagnetik yang terjadi secara alamiah maupun akibat penginjeksian arus

kedalam permukaan bumi. Manfaatnya untuk mengetahui karakteristik lapisan batuan bawah permukaan. Metode IP merupakan salah satu pengembangan metode geolistrik resistivitas yang termasuk dalam metode geofisika eksplorasi. Metode ini digunakan dalam eksplorasi logam dasar karena adanya fenomena polarisasi yang terjadi di dalam suatu medium batuan. Metode induksi polarisasi (IP) ini mendeteksi terjadinya polarisasi di dalam medium karena pengaruh arus listrik yang melewatinya. Sehingga metode ini banyak digunakan untuk eksplorasi logam dan kadang-kadang juga digunakan untuk penyelidikan air tanah

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana sebaran lumpur di daerah Desa Sekarkurung Kecamatan Kebomas Kabupaten Gresik
2. Bagaimana struktur litologi bawah permukaan pada daerah penelitian menggunakan metode IP (*induced polarization*) ?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui sebaran lumpur di daerah Desa Sekarkurung Kecamatan Kebomas Kabupaten Gresik menggunakan metode IP (*induced polarization*).
2. Untuk mengetahui litologi bawah permukaan pada daerah penelitian menggunakan metode IP (*induced polarization*).

1.4 Manfaat Penelitian

Sebagai informasi kepada masyarakat adanya sebaran lumpur di Desa Sekarkurung Kecamatan Kebomas Kabupaten Gresik.

1.5 Batasan Masalah

1. Penelitian dilakukan di Desa Sekarkurung Kecamatan Kebomas Kabupaten Gresik.
2. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode geolistrik *Induced Polarization* (IP) dengan konfigurasi *wenner-schlumberger*.
3. Interpretasi dibantu dengan menggunakan *software Res2dinv*.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gunung Lumpur (*Mud Volcano*)

Gunung lumpur (*Mud Volcano*) merupakan hasil dari adanya aliran fluida secara vertikal dan semburan lumpur, umumnya terjadi pada cekungan-cekungan sedimentasi. Komposisi dari lumpur (*Mud*) terdiri dari beberapa fase yaitu padat, plastis, cair, dan gas. Keberadaan gunung lumpur (*Mud Volcano*) berhubungan dengan minyak dan gas. Menurut beberapa ahli sains gunung lumpur adalah bencana yang tidak natural tetapi akibat dari pengeboran, Namun, beberapa ahli geologi percaya bahwa gunung lumpur merupakan peristiwa yang natural yang disebabkan oleh adanya gempa, dimana gempa tersebut terjadi sebelum erupsi (Amelinda dan Bagus, 2016).

Gunung lumpur atau sedimentasi *volcano* adalah sebuah proses yang membawa ekstruksi kepermukaan luar material yang bersumber dari sedimen dalam bumi, seperti lumpur, patahan atau blok antar batuan, *saline water* (air asin), dan gas metana merupakan bagian yang dominan dalam representasinya. Mekanisme ini biasanya dihubungkan secara mendalam dengan hidrokarbon *trap*. Keberadaan *mud volcano* disebabkan oleh aktivitas tektonik, aktivitas tektonik ini menyebabkan fluida berpindah dari tempat yang mengalami deformasi crustal kompleks sebagai hasil dari tekanan dan regangan tektonik (Handoko, 2015).

Gunung lumpur (*mud volcano*) didefinisikan sebagai endapan lumpur yang mempunyai massa jenis lebih ringan dari batuan sekitarnya. Lumpur tersebut memiliki mobilitas tinggi dan naik ke permukaan melalui bidang lemah sebagai

conduit, baik berupa sesar (mendatar atau tegak) serta rekahan-rekahan berbentuk kerucut.

Gunung lumpur dapat terbagi menjadi dua, yaitu gunung lumpur yang berkaitan dengan gunungapi dan gunung lumpur yang tidak berkaitan dengan gunungapi. Gunung lumpur yang terkait dengan aktivitas gunung api bersuhu tinggi (mendekati 100°C), mengeluarkan uap air dalam jumlah besar dan tidak mengeluarkan gas hidrokarbon (metana dan asam sulfida). Sementara gunung lumpur yang tidak terkait dengan aktivitas gunungapi bersuhu *relative* rendah (mendekati 20°C), tidak mengeluarkan uap air, dan mengeluarkan gas hidrokarbon (Wiranata dkk, 2018).

Gunung lumpur adalah fenomena geologis yang muncul sebagai semburan lumpur yang liar. Biasanya reservoir batuan yang didiami oleh fluida berupa lumpur adalah batuan gamping pada kedalaman lebih 3000 meter di bawah permukaan, selain itu juga didiami oleh garam. Sehingga memungkinkan terjadinya kubah garam (*salt dome*), diapir (intrusi atau penerobosan batuan karena tekanan melalui rekahan) dan gunung lumpur (*mud volcano*). Istilah *mud volcano* atau gunung lumpur digunakan untuk suatu fenomena keluarnya air lumpur atau lempung ke permukaan bumi. Erupsi air lumpur umumnya berhubungan dengan gas alam. Lumpur mengendap disekitar lubang erupsi dan membentuk kerucut seperti kerucut gunung api (Mazini, 2009).

Komposisi gunung lumpur dapat mengeluarkan material yang berasal dari perut bumi berupa padat, cair, plastik, dan gas. Massa padat berupa batuan, massa plastic berupa bubur lempung, massa gas berupa gas belerang, sedangkan massa cair berupa air (air tanah magmatik/vulkanik dan air laut). Contohnya gunung

berapi, gunung berlumpur dapat mengeluarkan erupsi yang sangat kuat dan melemparkan material panas dan sangat dingin. Erupsi dapat mengeluarkan ribuan kubik gas hidrokarbon dalam ribuan ton lumpur. Gunung lumpur memiliki karakteristik menghubungkan dengan vulkanisme normal (magmatik). Terkadang gunung lumpur meletus hebat mengeluarkan lumpur dan abu hingga beberapa kilometer. Rosuallah SAW bersabda:

أَخَذَ يَمْنَنُ شَبْرًا مِنْ فَإِنَّهَا ظُلُمَا الْأَرْضِ يَوْمَ يُطَوَّفُ مِائَتِي مِنْ سَبْعِ أَرَضِينَ

“ barang siapa yang mengambil sejengkal tanah secara dhalim, sesungguhnya ia akan dibebani tujuh (lapis) bumi pada hari kiamat nanti.” (HR.Bukhari).

Hadits ini jika dihubungkan dengan keadaan lapisan bumi menyatakan adanya tuju lapisan bumi. (أَرَسَعِ ضِينَ) memiliki arti tujuh lapis bumi. Rosulullah bersabda mengenai 7 lapis bumi tentang fakta-fakta sains. Struktur bumi dapat diketahui dari lapisan kerak bumi. Dari lapisan atas kerak bumi dapat terlihat berupa pegunungan, gunung api, samudera, daratan, gunung lumpur, dan sebagainya. Sedangkan dari lapisan kerak bumi dapat diketahui struktur berupa jenis batuan atau mineral yang terkandung (Fatimatuzzahroh, 2015).

Gunung lumpur dapat dibagi menjadi 2 kelompok yaitu yang terkait dengan kompleks magmatik dan terkait dengan minyak bumi (Kopf, 2002). Gunung lumpur ini terjadi secara meluas pada dunia pada dua lempeng pasif yang didominasi aktif pada sepanjang lipatan dan sumbu antiklin. Struktur itu bertindak sebagai jalur berkumpulnya cairan yang akhirnya akan mencapai permukaan. Gunung lumpur mengalami letusan keras berupa air, minyak, lumpur, dan

fragmen batuan yang memebentuk breksi lumpur dalam jumlah besar dan keluar secara berkelanjutan sehingga menghasilkan bentuk gunung (Mazini, 2009).

2.1.1 Proses Terbentuknya *Mud Volcano*

Gunung lumpur terbentuk karena melepaskan gas alami yang naik ke permukaan ketika menemukan konduit (sesar mendatar yang tegak) dan membawa lumpur (*mud*) yang memiliki densitas yang lebih ringan dari sedimen disekitarnya. Lumpur, gas, batuan, belerang, dan garamserta air akan diletuskan dipermukaan membentuk kerucut seperti gunung. Proses sedimentasinya berupa *mud diapir* dalam skala rendah dikelilingi paket sedimen berdensitas tinggi. Gerakan tektonik berpengaruh, juga sedimen yang di endapkan secara cepat. Wilayah sesar mendatar aktif merupakan lahan subur gunung lumpur. Terjadinya Gunung lumpur biasanya berasosiasi dengan suatu keadaan geologi yang lapisan sedimennya belum terkompaksikan, mempunyai tekanan tinggi dan mengakibatkan timbulnya diapir dari serpih ataupun penusukan oleh serpih. Gejala tersebut juga sering berasosiasi dengan daerah daerah yang disebut *overpressured area*, yaitu daerahtekanan tinggi yang tekanan serpihnya lebih besar daripada tekanan hidrostatik, dengan demikian dapat menimbulkan kesulitan pemboran (Wiranata dkk, 2018).

Ada pula yang menyebutkan bahwa pemicu gunung lumpur adalah akibat gaya dari Gunung lumpur merupakan intrusi massa yang relatif mobile (bergerak/berpindah) terhadap strata (lapisan/tingkatan) disekitarnya yang mengakibatkan adanya daya apung (*buoyancy*) dan perbedaan tekanan berlebihan (*oversaturated*) dan ketika massa yang mengintrusi sampai di

permukaan, maka fenomena inilah yang dikenal dengan *Mud volcano* (Satyana, 2008).

Pemicu utama dari letusan gunung lumpur adalah tekanan berlebihan dari metana yang naik dari kedalaman batuan sumber dan batuan reservoir hidrokarbon. Tekanan berlebihan (*overpressure*) dikenal sebagai proses penumpukan yang berkontribusi terhadap breksi. Selama proses *overpressure* ini, kubah lumpur atau diapir menggunung membentuk sedimen yang terbreksikan pada bawah permukaan jika gunung lumpur tersebut merupakan gunung lumpur diapir cairan yang naik dan berkembang sebagai ditopang oleh daya apung dan volum cairan akan terus meningkat dikedalaman dangkal. Daya apung massa pada proses diapir sebagai pendorong berpindahnya massa berupa kandungan lempung yang tinggi (*clay-rich*) keatas yang tidak melubangi semua lapisan penutup tanah. Sebaliknya, terdapat massa diapir yang mendorong paksa lumpur dari dalam permukaan menuju permukaan, keduanya merupakan ciri dari gunung lumpur. Diapir lumpur dan diatrema lumpur dapat dibedakan berdasarkan tekanan bumi dari asal bersumbernya intrusi lumpur. Pada lumpur diapir, lumpur bertindak sebagai tahapan tunggal cairan viskositas, sedangkan untuk diatrema aliran air dan gas melalui sedimen menyebabkan fluidasi ketika fraksi cairan lumpur sedang berlangsung (Mazini, 2009).

2.1.2 Macam-Macam Gunung Lumpur

Secara umum, Gunung lumpur diklasifikasikan menjadi 2 jenis utama, yaitu (Wiranata dkk, 2018):

1. Gunung Lumpur Yang Berkaitan dengan Gunungapi

Gunung lumpur yang berasosiasi dengan gunung api. Di cirikan keberadaannya dengan gunung api aktif. Umumnya gunung lumpur ini bersuhu tinggi, mengeluarkan uap air dalam jumlah besar dan tidak hadirnya gas hidrokarbon. Contohnya adalah solfatara atau fumarole dan geyser yang di hasilkan oleh aktivitas vulkanik.

2. Gunung Lumpur Tidak Berkaitan dengan Gunungapi

Gunung lumpur yang tidak berasosiasi/berhubungan dengan gunung api. Dengan kata lain gunung ini meletus secara independen tanpa terkait dengan gunungapi. Gunung ini di cirikan dengan air letusan yang bersuhu relatif rendah/ dingin dan mengandung material hidrokarbon(dalam bentuk gas). Tipe gunung lumpur ini merupakan gunung lumpur yang sesungguhnya.

Percobaan untuk mengklasifikasikan gunung lumpur ini berdasarkan karakter semburan dengan memperhatikan ekspresi permukaan, telah dilakukan oleh Kalinko (1964). Ia membedakan menjadi 3 kelas gunung lumpur diantaranya:

1. Tipe Lokbatan

Gunung lumpur merupakan aktivitas yang memiliki karakter eksplosif, umumnya terjadi pembakaran atau penyalaan pada gas yang keluar. Pada jangka pendek aktivitas gunung lumpur terpisahkan oleh pasif dalam jangka yang panjang. Contoh dari tipe lokbatan ini antara lain: *Apsheron*, *penunsial*, *Azerbaijan*, *Caspa sea* dan *Dzuhau-Tepe*, gunung lumpur terbesar kerch Penunsial dan Ukraine. Biasanya dorongan lumpur breksi merupakan karakteristik dari viskositas yang rendah. Berdasarkan tipe gunung lumpur ini

dorongan tersebut menentukan pembentukan sumur berbentuk dan curam. Penyumbatan saluran pengumpan oleh lumpur *corks* (sumbatan) dan melebihi *eksplosif corks* ketika tekanan *fluida* melebihi kekuatan retensi lubang.

2. Tipe *Chikistylar*

Berbeda dari tipe pertama, tipe ini memiliki karakteristik tenang, secara relatif lemah dan aktivitas yang terus menerus. Gas yang dilepas secara terus menerus banyak gas yang menyembur keluar dalam bentuk gas lumpur dan air pada kuantitas kecil, hal ini merupakan ciri umum tipe ini. Pada tipe ini gunung lumpur dipengaruhi oleh keberadaan dari lapisan air jenuh di atas lapisan skuen sedimen. Gunung lumpur terbentuk sangat rendah, biasanya berupa kubah menonjol atau datar yang melebur dengan lapisan sekitarnya, atau lempeng yang berbentuk lebih rendah yang sering dipenuhi oleh air. Tipe ini sangat umum terdapat pada kerch Peninsular, Ukraina.

3. Tipe *Schugin*

Tipe ini menunjukkan tipe transisional aktivitas gunung lumpur. Titik letusan merupakan substitusi dari aktivitas yang lemah. Tipe ini memiliki penyaluran terbesar di dunia. Hal ini dicirikan oleh keanekaragaman bentuk, tetapi lebih umumnya gunung lumpur membangun kawah gunung komposit.

Tidak ada hubungan antara tipe dan penyebaran luasan gunung lumpur. Secara umum dari tiga tipe tersebut dapat bergantung pada litologi lokal dan struktur tektonik sedimen *host*.

Gunung lumpur pada bawah laut sulit untuk diklasifikasikan tetapi beberapa asumsi dapat diketahui dengan belajar tentang morfologinya, berdasarkan bentuk *body*, struktur dari kawah gunung berapi, serta aliran

lumpur dan lain-lain. Pada keadaan positif atau aktivitas bary dari gunung lumpur bawah laut dapat diperkirakan oleh beberapa keanehan yang lebih menonjol pada puncak gunung lumpur. Emisi *fluida* dapat dilihat dengan adanya gelombang gas dan air atau bukti perubahan dan penyebaran yang ditunjukkan oleh alat pengukur. Berdasarkan indicator biologi dan geologi (*bacterial matn chemosynthetic communities, carbonate buildups, methanederived carbonate, etc*). Nilai medan termal lebih tinggi dari daerah-daerah sekitar (nilai gradien *gheothermal* yang tinggi). Dan perbedaan dari pori-pori *fluida* lumpur breksi dari air laut.

2.1.3 Faktor Penyebab Keluarnya Lumpur

Ada dua faktor yang menyebabkan terjadinya semburan lumpur tersebut yaitu (Dimitrov,2001) :

1. Faktor alam

Munculnya lumpur panas di dunia selalu dikaitkan dengan adanya gunung lumpur (*mud Volcano*). Komposisi gunung lumpur ini terdiri atas semua material yang dikeluarkan perut bumi baik berupa masa padat, plastis, cair, dan gas. Munculnya gunung lumpur ini dipicu adanya bubur lumpur yang bercampur dengan kantong– kantong gas (metana) yang mengalami kelebihan tekanan terkubur di bawah permukaan yang berusaha keluar ke permukaan bumi. konduit untuk keluarnya lumpur tersebut berupa bukaan atau rekahan terbentuk akibat proses tektonik atau pembentukan patahan atau struktur antiklin.

2. Kegiatan manusia

Kegiatan manusia (*man made activity*), terjadi semburan lumpur panas yang diakibatkan oleh adanya aktivitas atau kegiatan manusia contohnya pemasangan rig dan pengeboran minyak bumi, seperti yang terjadi di Sidoarjo.

2.2 Metode Geolistrik

Metode geolistrik merupakan salah satu metode geofisika yang mempelajari tentang aliran listrik di dalam bumi dan bagaimana cara mendeteksinya dari permukaan bumi. Besaran fisis yang dicari adalah tahanan jenis batuan akibat adanya medan potensial dan arus yang diinjeksikan ke bawah permukaan bumi. Pada dasarnya metode ini didekati menggunakan konsep perambatan arus listrik di dalam medium yang (homogen isotropis), maka penyimpangan ini (anomaly) yang justru diamati. Nilai tahanan jenis batuan berhubungan dengan sifat fisisnya antara lain derajat saturasi air, porositas, permeabilitas dan formasi batuan (Reynold, 1997).

Umumnya metode geolistrik hanya digunakan untuk eksplorasi dangkal dengan kedalaman maksimum 200 meter. Metode ini tidak bisa digunakan untuk eksplorasi dalam yang melebihi 200 meter, Karena semakin dalam arus yang mengalir akan semakin lemah dan tidak stabil akibat perubahan bentang yang semakin besar. Metode geolistrik ini biasanya digunakan dalam pencarian air tanah, eksplorasi geothermal, penyelidikan di bidang arkeologi dan eksplorasi yang tidak terlalu dalam.

Prinsip kerja dari metode geolistrik ini adalah arus listrik diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua buah elektroda arus. Beda potensial yang terjadi diukur

melalui dua buah elektroda potensial, dari hasil pengukuran arus dan beda potensial untuk setiap jarak elektroda tertentu, dapat ditentukan variasi harga tahanan jenis masing-masing lapisan dibawah titik ukur. Injeksi arus listrik ini menggunakan 2 buah ‘Elektroda Arus’ A dan B yang ditancapkan ke dalam tanah dengan jarak tertentu. Semakin panjang jarak elektroda AB akan menyebabkan aliran arus listrik bisa menembus lapisan batuan lebih dalam. Dalam metode polarisasi terimbas ada 4 macam metode pengukuran yaitu pengukuran dalam domain waktu, domain frekuensi, pengukuran sudut fasa dan *Magnetic Induced Polarization* (MIP) (Syamsudin dkk, 2012).

2.3 Metode *Induced Polarization*

Metode *Induced Polarization* (IP) merupakan salah satu metode geofisika yang mana merupakan salah satu cabang dari metode geolistrik. Metode ini merupakan pengembangan dari metode geolistrik resistivitas. Oleh karena itu metode Polarisasi terinduksi memiliki kemiripan dengan metode geolistrik resistivitas. Perbedaannya yaitu pada metode geolistrik resistivitas, potensial diukur ketika arus diinjeksikan, sedangkan metode geolistrik IP potensial diukur ketika arus dimatikan.

Fenomena yang mendasari metode geolistrik polarisasi terinduksi adalah efek polarisasi yang merupakan polarisasi dari logam -logam yang terinduksi. Arus listrik DC diinjeksikan ke dalam bumi melalui dua elektroda arus dan dua elektroda potensial. Pada saat jumlah elektroda DC dirasa cukup lalu arus listrik DC diputus saat t_0 dengan dilakukan pengukuran pada elektroda potensial. Pada saat arus listrik diputus beda potensial tidak langsung menjadi nol, peristiwa ini disebut sebagai peluruhan potensial atau potensial residual. Peristiwa tersebut

bukan karena induksi elektromagnetik karena induksi elektromagnetik batuan langsung hilang dalam waktu yang singkat dan dapat diabaikan. Peristiwa menurunnya potensial listrik yang terukur yaitu disebabkan oleh proses elektrokimia yang terjadi pada batuan yang memiliki senyawa logam (Vebrianto, 2016).

Prinsip metode IP adalah menginjeksikan arus listrik ke dalam bumi dan sewaktu-waktu memutus aliran arus listrik kemudian muncul efek polarisasi serta beda potensial listrik batuan akan turun mendekati nol dan proses peluruhan potensial listrik dicatat. Pada saat arus diinjeksikan, ion-ion dalam pori-pori batuan akan terdistribusi dari posisi stabil menjadi tidak stabil. Ketika arus diputus seharusnya beda potensial akan langsung menjadi nol, tetapi pada beberapa medium tertentu tidak langsung menjadi nol dikarenakan medium bersifat kapasitor (menyimpan energi listrik). Energi listrik masih tersimpan dalam bentuk energi elektrokimia pada *fluida* elektrolit maupun mineral konduktif pada pori-pori batuan. Jadi, setelah arus listrik diputus maka ion-ion yang mengalami proses pengkutuban sebelumnya perlahan-lahan akan kembali lagi ke keadaan setimbangnya (Hadrian, 2010).

2.3.1 Sumber Penyebab Fenomena IP

Ketika arus listrik diinjeksikan ke dalam lapisan batuan, arus listrik tersebut memberikan energi kepada material-material penyusun batuan yang kemudian disimpan dalam bentuk energi elektrokimia. Energi ini merupakan hasil dari (Hadrian, 2010):

- a. Perbedaan kecepatan ion-ion yang bergerak di dalam fluida dari pori-pori batuan

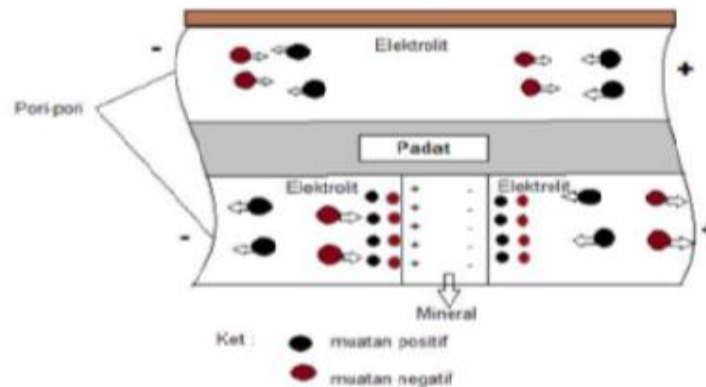
- b. Perbedaan nilai konduktivitas ion dan konduktivitas listrik batuan yang mengandung mineral logam.

Kedua faktor tersebut yang menjadi penyebab terjadinya fenomena IP pada batuan.

2.3.2 Jenis-Jenis Polarisasi

Polarisasi merupakan peristiwa melekatnya hydrogen pada lempeng yang mengakibatkan terhalangnya elektron. Jenis-jenis dari polarisasi yaitu :

- a. Polarisasi Elektroda



Gambar 2.1 Model Polarisasi Elektroda, Penampang Melintang Batuan dan Gerakan Ion-Ion Pada Pori-Pori Batuan (Telford, 1990).

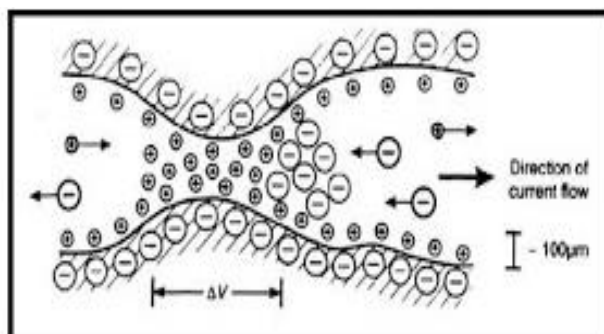
Polarisasi Elektroda terjadi karena adanya mineral logam dalam pori-pori batuan. Hal ini akan mengakibatkan tertahannya arus listrik ketika melalui pori-pori tersebut. Muatan akan terpolarisasi pada bidang batas (terjadi hambatan elektrokimia) dan menghasilkan beda potensial. Untuk memaksa arus menembus hambatan elektrokimia diperlukan tegangan tambahan. Pada pori-pori yang terisi mineral, muatan (+) dan negatif akan bergerak ke sisi yang berlawanan sesuai dengan medan potensial yang mempengaruhinya.

Batuan akan bersifat seperti kapasitor, sehingga ketika injeksi arus dihentikan masih terdapat tegangan sisa yang tidak langsung hilang tetapi berangsur-angsur meluruh terhadap waktu (Telford, 1990).

Dalam elektrolit, aliran arus listrik memiliki kecepatan yang lebih lambat jika dibandingkan dengan kecepatan dalam mineral logam. Hal ini dikarenakan perambatan bunyi akan lebih cepat mengalir pada zat padat kemudian zat gas dan cair karena semakin rapat struktur atom maka semakin cepat perambatan

b. Polarisai Membran

Polarisai membran atau dikenal sebagai polarisasi non logam dapat terjadi pada suatu mineral non logam yang memiliki pori-pori terisi elektrolit. Efek polarisasi membran dapat juga terjadi pada kondisi batuan non logam yang tidak dialiri arus listrik DC karena terdapat ion-ion negatif yang berada pada mineral tersebut. Pembendungan aliran listrik dapat terjadi karena pada struktur penyusun mineral lempung yaitu silica alumina yang kaya akan ion-ion negatif dapat menangkap ion-ion positif dan terbentuk awan positif. Terbentuknya awan ion positif tersebut, aliran listrik DC yang diinjeksikan terhambat karena kemampuan mobilitas ion berkurang dan terjadi hambatan ionik sepanjang pori-pori batuan di permukaannya mineral lempung (Kearey, 2002).



Gambar 2.2 Polarisasi Membran (Kearey, 2002).

Efek polarisasi membran banyak terjadi pada mineral lempung karena mineral lempung memiliki pori-pori yang berukuran kecil dan merupakan mineral non logam. Pada saat awan ion positif dan ion negatif secara bertahap berkurang dan kembali ke keadaan semula maka antara mineral lempung dan cairan elektrolit tidak terjadi polarisasi. Setiap lempung memiliki konsentrasi yang berbeda (Telford,1990).

2.3.3 Nilai *Chargeability*

Nilai *chargeability* setiap batuan berbeda-beda, hal tersebut berkaitan dengan efek polarisasi membran yang terjadi pada batuan dan kandungan mineralnya. Berikut merupakan tabel nilai *chargeability* beberapa mineral dan batuan (Telford *et al*,1990; Kearay *et al*, 2002):

Tabel 2.1 Nilai *Chargeability* Mineral dan Batuan (Telford *et a*; 1990)

Mineral Batuan	<i>Chargeability</i> (msec)
Sulfide 20%	2.000 – 3.000
Sulfide 8-20%	1.000 – 2.000
Sulfide 2-8%	500 – 1.000
Tuff Vulkanik	300 – 800
Batu Pasir, Batu Lumpur	100 – 500
Batu Vulkanik	100 – 500
Serpih	50 – 100
Granit, Granodiorit	10 – 50
Batu Gamping, Dolomit	10 – 20

Tabel 2.2 *Chargeability* Materi (Telford *et al*, 1990; Kearey *et al*, 2002)

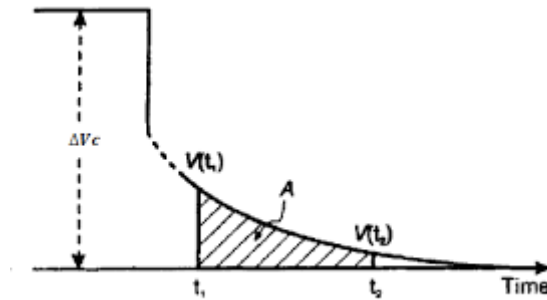
Materi	<i>chargeability</i>
Sekis	5 – 20
Kuarsit	5 – 12
Argilit	3 – 10
Kerikil	3 – 9
Alluvium	1 – 4
Air Tanah	0

2.3.2 Pengukuran Fenomena IP

Pengukuran metode induksi polarisasi (IP) melibatkan sifat fisika yaitu sifat kapasitansi listrik. Setiap batuan memiliki kapasitansi listrik yang berbeda, maka sifat fisika kapasitansi batuan mempengaruhi saat akuisi data. Akuisi data dalam metode polarisasi terinduksi dapat dilakukan dengan 2 pengukuran yaitu pengukuran daerah waktu (*time domain*) dan pengukuran daerah frekuensi (*frequency domain*).

a. Pengukuran Daerah Waktu

Arus listrik DC pertama diinjeksikan ke dalam bumi selama beberapa detik, kemudian arus listrik tersebut dimatikan dan terjadi tegangan residual yang terukur pada elektroda – elektroda potensial, selanjutnya bumi diinjeksikan arus DC untuk kedua kalinya kemudian timbul tegangan residual kembali. Dalam pengukuran daerah waktu, tegangan residual harus diukur sebelum potensial residual meluruh dan menjadi gangguan (*noise*). Pada pengukuran tersebut cara yang mudah dilakukan adalah dengan membandingkan tegangan residual yang ada pada waktu setelah arus DC diputus dengan tegangan tetap selama interval waktu dalam aliran arus listrik (Vebrianto, 2016).



Gambar 2.3 Potensial Residual Parsial Terhadap Waktu
(Telford,1990)

Terdapat dua sumber penyebab polarisasi pada batuan. Sumber pertama adalah *membrane Polarization*. Factor yang mengakibatkan adanya polarisasi pada *membrane polarization* adalah adanya penyempitan pori-pori pada batuan dan adanya *clay*. Penyempitan pori-pori akan menyebabkan terhambatnya ion-ion pada batuan sehingga arus akan dapat tersimpan dalam beberapa waktu tertentu. Sedangkan adanya *clay* menyebabkan terkumpulnya ion-ion positif, hal ini dikarenakan sifat *clay* yang berupa ion negatif. Sumber kedua adalah polarisasi elektroda. Polarisasi elektroda terjadi karena adanya mineral logam dalam pori-pori batuan. Hal ini akan mengakibatkan tertahannya arus listrik ketika melalui pori-pori tersebut (Bagas, 2017).

Parameter yang dihitung sebagai petunjuk adanya polarisasi dalam domain waktu adalah:

1. *Chargeability*

Merupakan pengukuran yang sering dipakai dalam pengukuran induksi polarisasi dengan metode *time domain, chargeability* (M) didapatkan dalam satuan milisekon dan dinyatakan sebagai berikut:

$$M = \frac{A}{\Delta V_c} \quad (2.1)$$

dengan A adalah luas dari t_1 ke t_2 , jika A merupakan banyaknya potensial listrik yang meluruh dengan lamanya waktu yang diperlukan, maka A dapat dibagi-bagi menjadi bagian yang kecil sehingga berlaku aturan integral differensial untuk menjumlahkan potensial listrik yang meluruh yaitu :

$$M = \frac{1}{\Delta V_C} \int_{t_1}^{t_2} V(t) dt \quad (2.2)$$

M merupakan nilai chargeabilitas batuan dalam satuan milidetik, dan $V(t)$ adalah potensial listrik berdasarkan fungsi t (volt), dan V_C adalah potensial listrik maksimal batuan (volt).

Chargeability menunjukkan lama tidaknya efek polarisasi untuk menghilang sesaat setelah arus dimatikan. Sehingga jika nilai M besar, maka waktu *delaynya* lama. Dan jika waktu *delaynya* lama, maka dapat diasumsikan terdeteksi mineral konduktif.

Tabel 2.3 *Chargeability* Beberapa Mineral (Telford, 1990)

Mineral	<i>Chargeability</i>
<i>Pyrite</i>	13.4
<i>Chalcopyrite</i>	9.4
<i>Chalcocite</i>	13.2
<i>Chopper</i>	12.3
<i>Galena</i>	3.7
<i>Magnetite</i>	2.2
<i>Malachite</i>	0.2
<i>Hematite</i>	0.0
<i>Graphite</i>	11.2

2. Efek Induksi Polarisasi

Parameter yang diperoleh dalam pengukuran ini yaitu beda potensial primer (V_p), beda potensial sekunder (V_s) dan waktu peluruhan. Beda potensial primer merupakan beda potensial saat arus belum dimatikan,

sedangkan beda potensial sekunder merupakan beda potensial yang terukur selama waktu peluruhan nilai beda potensial hingga mencapai nilai nol. Untuk mengetahui seberapa besar nilai perbandingan efek polarisasi pada batuan, dibandingkan nilai V_p dan V_s untuk selang waktu t_1 kemudian dikalikan 100% (Telford, 1990).

$$IP = \frac{V_s}{V_p} \times 100 \quad (2.3)$$

Dengan IP adalah efek polarisasi terinduksi (milvolt/volt), V_s adalah tegangan residual saat t_{putus} (millivolt), dan V_p adalah tegangan primer (volt).

b. Pengukuran Daerah Frekuensi

Metode IP kawasan frekuensi adalah pengukur persen perbedaan antara impedansi pada waktu frekuensi tinggi dan frekuensi rendah, dimana persen perbedaan akan bertambah besar untuk batuan yang mempunyai fungsi polarisasi yang besar. Dalam kawasan ini sumber arus yang dipakai adalah arus bolak-balik (AC) dan diukur potensialnya sebagai fungsi frekuensi sumber arus yang digunakan. (Telford, 1990).

Prinsip frekuensi domain adalah dengan mengukur respon batuan yang mengandung mineral konduktif atau tidak, yaitu dengan pemberian impedansi pada dua frekuensi yang berbeda (frekuensi rendah dan frekuensi tinggi). Jika pada batuan yang terdapat mineral konduktif, maka resistivitas akan sama pada setiap frekuensi. Tetapi jika pada batuan yang mengandung mineral isolative, maka resistivitas pada frekuensi tinggi akan lebih rendah (Pramana, 2014).

Parameter yang dihitung sebagai petunjuk adanya polarisasi dalam domain frekuensi adalah:

1. *Percent Frequency Effect* (PFE)

Telford (1990) menjelaskan bahwa pada metode geolistrik polarisasi terinduksi, satu frekuensi pengukuran cukup untuk menghitung resistivitas semu. Pengukuran ini biasanya dikenal dengan efek frekuensi yang diukur berdasarkan resistivitas semu, keadaan ini dapat didefinisikan menjadi:

$$FE = \frac{\rho_{dc} - \rho_{ac}}{\rho_{ac}} = \left(\frac{\rho_{dc}}{\rho_{ac}} \right) - 1 \quad (2.4)$$

dengan FE adalah *Frequency Effect*, sedangkan *Percent Frequency Effect* (PFE) dapat dinyatakan oleh persamaan:

$$PFE = \frac{100(\rho_{dc} - \rho_{ac})}{\rho_{ac}} \quad (2.5)$$

Dengan ρ_{dc} dan ρ_{ac} adalah resistivitas semu yang terukur dan memiliki frekuensi yang tinggi.

2. *Metal Factor* (MF)

Efek IP memiliki variasi pada setiap batuan dan variasi efek IP tergantung pada jenis elektrolit, temperature, ukuran pori-pori, dan sebagainya. Terdapat suatu parameter yang dapat membuktikan adanya variasi efek polarisasi terinduksi, yaitu *metal factor* (MF) yang dapat dirumuskan menjadi:

$$MF = 2\pi \times \frac{10^5 (\rho_{dc} - \rho_{ac})}{\rho_{dc} \rho_{ac}} \quad (2.6)$$

2.3.5 Hubungan Daerah Waktu dan Frekuensi

Daerah waktu dan daerah frekuensi memiliki hubungan teoritis, sehingga daerah waktu mungkin dapat dikonversi menjadi daerah frekuensi. Pengkonversian teoritis ini dari hasil pengukuran polarisasi terinduksi daerah waktu dan daerah frekuensi adalah sama. Namun perlu diketahui, berdasarkan teori gelombang, semakin pendek lamanya gelombang merambat maka semakin banyak frekuensi yang tertangkap, sehingga pengkonversian ini cenderung sulit, dan upaya untuk mendapatkan satu frekuensi masih memerlukan waktu yang lama. Hubungan sederhana daerah waktu dan frekuensi dapat dirumuskan oleh persamaan (Telford,1990):

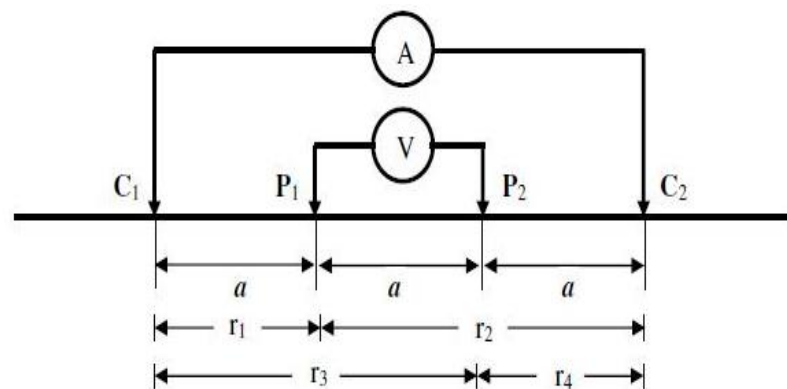
$$MF = \frac{M}{\rho} \times 1000 \quad (2.7)$$

dengan MF adalah *Metal Factor* (milidetik). M adalah *chargeability* (milidetik). ρ adalah nilai resistivitas ($\Omega.m$). dan 1000 adalah constant

2.4 Konfigurasi Wenner

Konfigurasi *Wenner* berdasarkan susunan jarak antar elektrodanya sama merupakan salah satu konfigurasi yang sering digunakan dalam penelitian eksplorasi geolistrik. Pada konfigurasi *Wenner* elektroda-elektroda arus dan potensial diletakkan secara simetris terhadap titik sounding. Jarak antar elektroda arus tiga kali jarak antar elektroda potensial. Hal ini memberikan gambaran jika jarak masing-masing potensial terhadap titik sounding adalah a , maka jarak masing-masing elektroda arus terhadap titik sounding adalah $3a$ dengan jarak spasi

elektroda tersebut tidak berubah-ubah untuk setiap titik sounding yang diamati. Mengenai besarnya ukuran spasi, jika alat tersebut memiliki kemampuan sensitif dan menghasilkan besar arus, maka semakin besar pula parameter kedalaman yang didapatkan. Sistematika model pengukuran 2D dengan metode *Wenner* tergambar pada besarnya spasi, semakin besar spasi elektroda maka semakin dalam pula lapisan yang terdeteksi. Pada tahanan jenis mapping, empat elektroda konfigurasi dengan spasi yang sama dipindahkan secara keseluruhan dengan jarak yang tetap sepanjang garis pengukuran. Pemilihan spasi terutama tergantung pada kedalaman lapisan yang diharapkan. Konfigurasi *Wenner* dapat mendeteksi ketidakhomogenan lokal dari lokasi yang diamati karena adanya sifat bahwa pembesaran jarak elektroda arus diikuti pula oleh pembesaran jarak elektroda potensial (Sharma, 1997).



Gambar 2.4 Konfigurasi *Wenner* (Loke, 2004)

Konfigurasi *wenner* terbagi menjadi tiga jenis, yaitu konfigurasi *wenner Alpha*, *wenner Beta*, *wenner Gamma*. Konfigurasi *wenner Alpha* merupakan konfigurasi yang biasa digunakan oleh pelaku geolistrik di lapangan. Konfigurasi *wenner Alpha* biasanya dikenal dengan konfigurasi *wenner* saja. Titik ukur dari

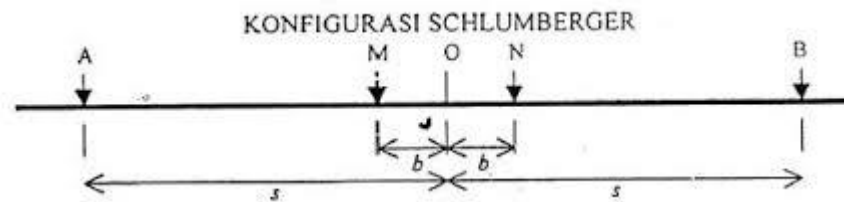
konfigurasi *wenner alpha* berada diantara elektroda potensial yang pertama dan elektroda potensial yang kedua (Telford,1990).

Wenner Alpha memiliki konfigurasi elektroda potensial yang berada diantara elektroda arus yang tersusun dari C1-P1-P2-C2. Jarak elektroda yang satu dengan yang lainnya sama dengan a. keuntungan dan keterbatasan konfigurasi *Wenner Alpha* adalah (Loke, 2004):

1. Konfigurasi elektroda *Wenner Alpha* sangat sensitive terhadap perubahan lateral dan dangkal. Hal tersebut terjadi karean anomali geologi diamati oleh elektroda C1 dan P1 berkali-kali. Namun demikian untuk jarak C-P yang lebih pendek, daya tembus (penetrasi) lbih besar, sehingga berlaku untuk eksplorasi lebih dalam.
2. Karena bidang akuipotensial untuk benda homogen berupa bola, maka data-data lebih mudah diproses dan dimengerti. Di samping itu nilai *error* kecil.
3. Karena sensitive terhadap perubahan-perubahan ke arah lateral dipermukaan. Konfigurasi ini banyak digunakan untuk penelitian *geothermal*.

2.5 Konfigurasi *Schlumberger*

Konfigurasi *Schlumberger* adalah konfigurasi yang menggunakan sumbu vertical dari titik ukurnya sebagai pengaturan jarak antar elektrodanya. Konfigurasi *Schlumberger* ini menggunakan 4 buah elektroda dengan susunan elektroda sama dengan konfigurasi *wenner*. Namun tahap pengukurannya berbeda. Konfigurasi *Schlumberger* dapat digambarkan (Vebrianto,2016):



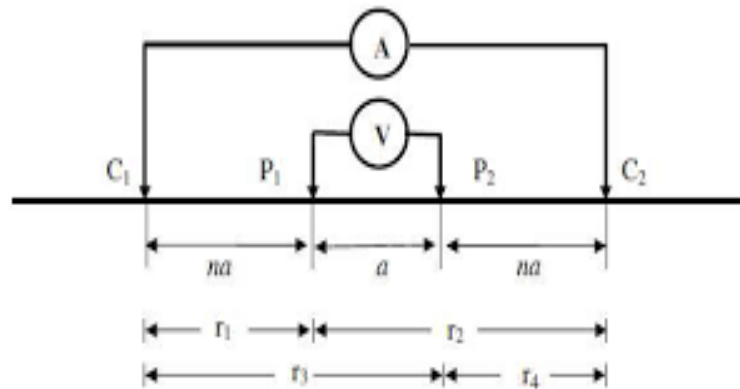
Gambar 2.5 Konfigurasi *Schlumberger* (Loke,2004)

Pada konfigurasi *Schlumberger* idealnya jarak MN dibuat sekecil-kecilnya, sehingga jarak MN secara teoritis tidak berubah. Tetapi karena keterbatasan kepekaan alat ukur, maka ketika jarak AB sudah relatif besar maka jarak MN hendaknya dirubah. Perubahan jarak MN hendaknya tidak lebih besar dari $1/5$ jarak AB. Konfigurasi *Schlumberger* ini memiliki batasan yaitu pembacaan tegangan pada elektroda MN adalah lebih kecil terutama ketika jarak AB yang relatif jauh, sehingga diperlukan peralatan yang mempunyai karakteristik '*high impedance*' dengan akurasi tinggi yaitu yang bisa *mendisplay* angka tegangan minimal 4 digit atau 2 digit di belakang koma. Atau dengan cara lain diperlukan peralatan pengirim arus yang mempunyai tegangan listrik DC yang sangat tinggi ke bumi (Sutasoma, 2018).

2.6 Konfigurasi *Wenner - Schlumberger*

Konfigurasi ini merupakan perpaduan dari konfigurasi *Wenner* dan konfigurasi *Schlumberger*. Adanya konfigurasi ini atas dasar kesamaan penataan elektroda-elektrodanya. Di mana pada konfigurasi *wenner* dan konfigurasi *Schlumberger* memiliki kesamaan urutan elektrodanya namun beda dalam pengukurannya. Pada pengukuran dengan faktor spasi (n) = 1, konfigurasi *Wenner-Schlumberger* sama dengan pengukuran pada konfigurasi *Wenner* (jarak antar elektrode = a), namun pada pengukuran dengan $n = 2$ dan seterusnya, konfigurasi *Wenner-Schlumberger* sama dengan konfigurasi *Schlumberger* (jarak

antara elektrode arus dan elektrode potensial lebih besar daripada jarak antar elektrode potensial). Konfigurasi *wenner-schlumberger* ini dapat digambarkan (Utiya, 2015).



Gambar 2.6 Konfigurasi *Wenner-Schlumberger* (Loke, 2004)

Faktor geometri dari konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah :

$$K = n(n+1)\pi a \quad (2.8)$$

Dengan a adalah jarak antar masing-masing elektroda, n adalah jarak antar elektroda arus dan elektroda potensial, dan π adalah konstanta.

Keuntungan dan keterbatasan konfigurasi *Wenner-Schlumberger* adalah:

1. Dalam konfigurasi ini, MN tidak terlalu sering dipindahkan sehingga mengurangi jumlah orang yang dipakai.
2. Referensi dan kurva-kurva lebih banyak, dan studi yang dilakukan cukup banyak.
3. Konfigurasi ini tidak terlalu sensitif terhadap adanya perubahan lateral setempat, sehingga metode ini dianjurkan dipakai untuk penyelidikan dalam.

4. Kelemahannya yaitu AB/MN harus berada pada rasio $2,5 < AB/MN < 50$.

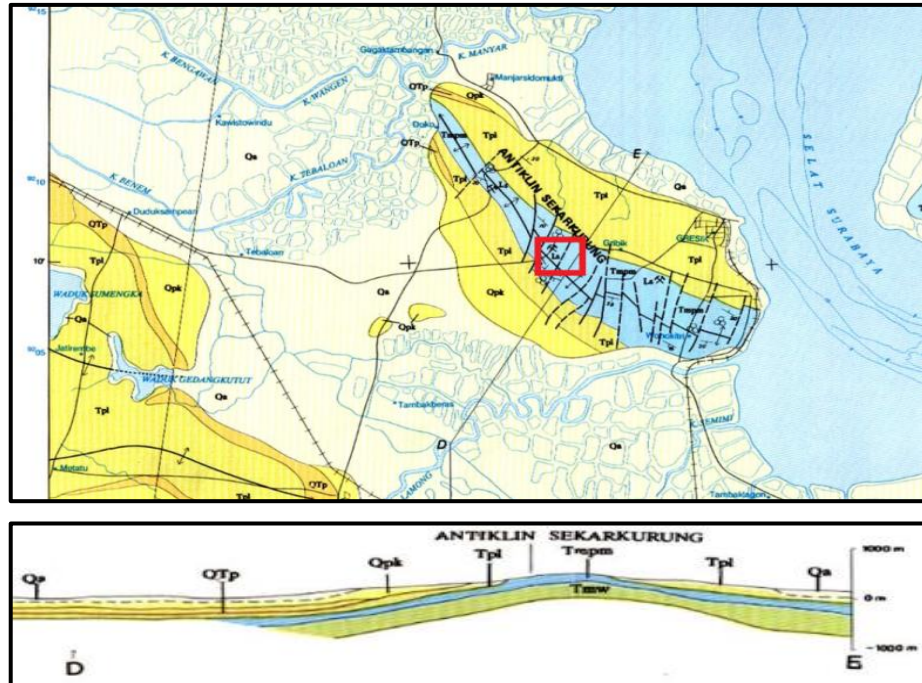
Di luar rasio tersebut faktor geometri sudah berdeviasi.

2.7 Geologi Daerah Penelitian

2.7.1 Stratigrafi

Daerah penelitian ini terletak di desa Sekarkurung kec. Kebomas kab. Gresik yang masuk ke dalam peta geologi lembar Surabaya-Sapulu di mana pada wilayah regional tersebut terdapat struktur antiklin Sekarkurung. Batuan yang tergabung dalam Lajur Madura – Kendeng adalah Formasi Tawun, Formasi Madura, Formasi Lidah, dan Formasi Pamekasan. Pada lajur ini miskin akan bahan gunungapi. Batuan tertua di Lajur Rembang-Madura yang tersingkap adalah Formasi Tawun yang berumur Miosen Awal-Tengah. Di atasnya terdapat Formasi Watukoceng yang berumur Miosen Tengah, tetapi formasi itu menjemari dengan Formasi Tawun. Selaras di atas Formasi Watukoceng terdapat Formasi Madura, dan di atasnya lagi menindih tak selaras Formasi Pamekasan yang berumur Plistosen. Formasi Pamekasan yang berumur Plistosen. Satuan paling muda adalah aluvium yang menindih tak selaras semua formasi yang lebih tua (Sukardi, 1992).

Ditinjau dari peta geologi regional, Gresik termasuk ke dalam lembar geologi lembar Surabaya-Sapulu.



Gambar 2.7 Peta Geologi Gresik

Tmpm FORMASI MADURA : Batugamping Terumbu, tanah kecoklatan, batugamping kapuran, putih kekuningan.

Formasi Madura (Ttmpm) tersebar luas di Pulau Madura bagian barat, selatan dan sedikit di bagian utara; dan di Pulau Jawa, di bagian utara Lembar dan di daerah Gresik. Formasi ini terdiri dari bagian atas berupa batu gamping kapuran dan bagian bawah berupa batu gamping terumbu. Tebal formasi ini tidak merata. Di Pulau Madura tidak kurang dari 100 m, sedang di bagian tengah Pulau itu lebih kurang 200 m. Formasi ini menindih selaras dengan Formasi Watukoceng (Sukardi, 1992).

2.7.2 Struktur Geologi

Gresik termasuk ke dalam Cekungan Kendeng yang merupakan Zona Central Depression Pulau Jawa akibat tumbukan lempeng Eurasia dengan lempeng IndoAustralia, sehingga banyak terdapat patahan yang masih aktif. Di

dalam rangkaian Zona Kendeng terdapat sesar geser dengan arah barat daya – timur laut, yaitu sesar Watukosek. Sesar Watukosek berada pada stratigrafi Mandala Kendeng, berarah timur laut – barat daya yang melewati Pulungan – Sidoarjo dan Bangkalan, Madura. Adanya kelurusan sebaran mud volcano menunjukkan agneti tektonik berupa kelurusan struktur sesar permukaan dan bawah permukaan, sebagai hasil reaktivasi sesar pada zona cekungan Kendeng. Geologi daerah Gresik merupakan bagian dari Peta Geologi lembar Surabaya-Sapulu. Struktur pada daerah penelitian adalah antiklin Sekarkurung dan dua sesar mendatar diperkirakan, yaitu sesar Giri dan sesar Sidomoro. Berdasarkan klasifikasi daerah penelitian dibagi ke dalam enam litofasies yaitu; *Framestone*, *Foraminifera Planktic Packstone*, *Foraminifera Planktic Wackestone*, *Mollusca Packstone*, *Mollusca Wackestone*, dan *Mudstone*. Berdasarkan Pomar (2004) dalam (Sukardi, 1992) daerah penelitian termasuk ke dalam *barrief reef* dibagi ke dalam empat fasies pengendapan yaitu, *reef core*, *outer back reef lagoon* dengan zona *low energy*, *inner back reef lagoon* dan *open shelf high energy*.

Sejarah geologi yang dapat diamati di Lajur Rembang – Madura dimulai kala Miosen Awal ketika Formasi Tawun diendapkan dalam lingkungan laut terbuka. Pada Kala Miosen Tengah terbentuk Formasi Watukoceng yang tersusun sebagian besar oleh batu pasir kuarsa yang menunjukkan adanya susut laut. Ada dugaan pada kala itu terjadi tektonik yang menyebabkan terbentuknya sembul di Paparan Sunda sebagai asal klastika kuarsa. Pada Kala Miosen Akhir sampai Pliosen Awal terbentuk paparan laut dangkal, sehingga terjadi pengendapan karbonat yang cukup luas. Pelipatan, penyesaran, pengangkatan dan erosi terjadi di Lajur Rembang-Madura sejak Pliosen Akhir sampai Plistosen Awal. Pada

Plistosen Akhir, terjadi penurunan sebagian yang diikuti oleh pengendapan Formasi Pamekasan di lingkungan peralihan antara darat dan litoral. Diduga wilayah ini terangkat kembali pada Kala Holosen (Sukardi, 1992).

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berjudul “Analisis Data Geolistrik metode IP untuk Mengetahui Sebaran Lumpur dibawah Permukaan”. Penelitian dilakukan pada tanggal 15 Agustus 2020. Tempat penelitian terletak di desa Sekarkurung kecamatan Kebomas kabupaten Gresik Jawa Timur pada koordinat $7^{\circ} 10'.77''S$ sampai $112^{\circ} 37'.59 E$. Di sekitar sumber lumpur tersebut adalah area pabrik dan pekampungan.



Gambara 3.1 Lokasi Penelitian

3.2 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

1. Multichannel Multielectrode Resistivity and IP meter MAE
2. Elektroda arus dan potensial
3. Kabel Power main Unit
4. Kabel Multielektroda
5. Kabel Ekstensi
6. Japit Buaya Multielektrode
7. Accu kering
8. Multimeter
9. Palu
10. GPS
11. Meteran
12. Payung
13. Kompas
14. HT
15. Peta Geologi
16. Laptop

3.3 Sistem Kerja Alat

Modalitas akuisisi pengukuran mirip dengan resistivitas listrik, oleh karena itu serupa konfigurasi dapat digunakan. Secara umum, ada tiga cara untuk mengukur efek polarisasi: Dalam domain waktu, dalam domain frekuensi, dalam analisis spektral. Kedalaman investigasi tergantung pada jarak elektroda dan jenis larik yang dipilih untuk diukur. Lebih rinci, tindakan dilakukan setelah waktu

tunda beberapa milidetik, lebih sebaiknya satu detik (*M Delay Time*), sehingga memungkinkan efek pemasangan kabel dan parasit lainnya efek menghilang atau setidaknya dapat diabaikan. Ukuran daya nampak parsial (M_i) dan pengurangan rata-rata global (M_a) informasi tentang kapasitas tanah yang akan dibebankan oleh aliran arus.

Operasi lapangan pertama-tama membutuhkan penempatan elektroda sesuai dengan urutan (larik) itu akan digunakan untuk pengukuran. Setelah elektroda ditempatkan dan disambungkan dengan benar, instrumen dapat dikonfigurasi setelahnya pengujian sambungan elektroda melalui bagian "Uji elektroda". Di layar "konfigurasi", pilih kotak "ukuran kemampuan pengisian daya" untuk melakukan resistivitas dan mengukur muatan secara bersamaan (atau menyebabkan polarisasi). Karena penentuan parameter ini memerlukan pengambilan sampel kurva pelepasan potensial setelah pemberian energi, diagram waktu energi akan secara otomatis meningkat. Nilai 1200 ms dapat diterima. Akibatnya, total durasi survei meningkat.

Prinsip kerja alat yaitu menginjeksikan arus listrik ke masing-masing elektroda sesuai dengan urutan penembakan arus, tanpa melakukan pemindahan elektroda secara manual. Kemudian ketika arus dimatikan, nilai beda potensial perlahan akan mengalami penurunan menuju 0.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Prosedur Pengambilan Data Penelitian

Prosedur pertama yang dilakukan yaitu survei lapangan terlebih dahulu untuk mengetahui kondisi geologi daerah tersebut dan membuat sketsa lintasan. Kemudian melakukan studi literature mengenai teori-teori yang berhubungan dengan

penelitian dan metode yang bisa digunakan untuk penelitian. Setelah itu dilakukan pengambilan data dimana penelitian ini menggunakan metode *induced polarization* (IP) dengan konfigurasi *wenner-schlumberger*. Metode ini dilakukan dengan menancapkan elektroda tanpa memindahkannya karena sudah di program oleh alat *resistivity multichannel*. Alat lain yang mendukung saat pengambilan data di lapangan diantaranya: kabel roll, meteran, elektroda, payung, palu, accu, alat tulis, dan GPS (*Global Positioning System*). Parameter yang didapat dari alat *resistivitymeter multichannel* yaitu berupa nilai arus (I), tegangan (V), dan *chargeability* (M) yang mana nilai dari proses pengukuran ini tersimpan berupa format DAT (yang digunakan sebagai pemrosesan data dengan *software Res2dinv*).

3.4.2 Prosedur Pengolahan Data

Pengolahan data yang didapat dari hasil penelitian ini menggunakan *software Res2dinv* untuk menampilkan data 2D. *Res2dinv* ini membutuhkan beberapa inputan data untuk memproses pengolahan yaitu posisi datum pada panjang bentangan line (X-loc), spasi elektroda (a), jumlah data (n), nilai resistivitas (ρ_a), dan nilai *chargeability* (M) pada masing-masing lintasan. Program ini akan membaca data yang di input tersebut yang kemudian akan menampilkan hasil inversinya berupa penampang kondisi bawah permukaan daerah penelitian, error, *chargeability*, dan kedalaman yang di dapat dari hasil penelitian.

Pada pemodelan *chargeability* 2D akan membahas mengenai material atau batuan penyusun bawah permukaan masing-masing lintasan pengukuran. Penentuan jenis batuan penyusun diperoleh berdasarkan nilai *chargeability* yang

ditunjukkan oleh warna pada pemodelan 2D hasil inversi dan dilihat daerah peta geologi daerah penelitian

Pengolahan data pemodelan penampang 3D menggunakan *software blender*. pertama memasukkan penampang lintasan terlebih dahulu kemudian mengatur posisi sesuai dengan lintasan yang sudah dibuat pada saat melakukan penelitian sehingga didapatkan model penampang 3D. Model 3D dibuat untuk menampilkan gambaran secara 3 dimensi pada area penelitian supaya terlihat lebih jelas mengenai persebaran lumpur yang ada di bawah permukaan.

Pada penampang 2D dan 3D yang menunjukkan nilai *chargeability* suatu batuan yang berada di bawah permukaan sehingga dari hasil yang diperoleh dapat menggambarkan daerah penelitian berdasarkan pada sifat batuan yang ada dipermukaan bumi. Data *chargeability* akan diinterpretasikan dan dihubungkan dengan data geologi. Hal ini dikarenakan data yang diperoleh dari penelitian berupa nilai *chargeability* batuan yang memberikan informasi berdasarkan parameter dari metode geolistrik.

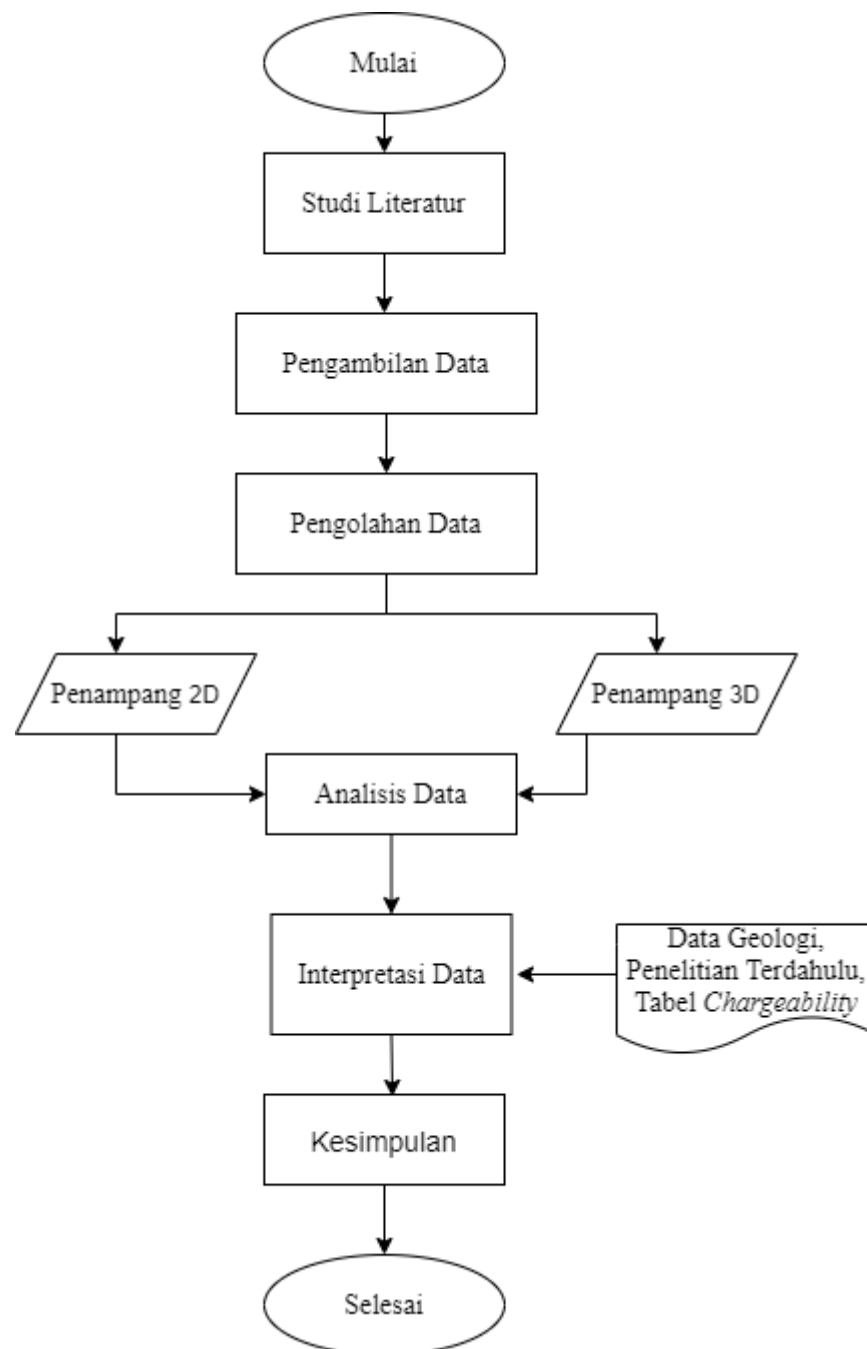
3.5. Analisis dan Interpretasi

Analisis merupakan proses pemodelan dengan tujuan menemukan informasi yang berguna, menginformasikan kesimpulan dan mendukung pengambilan keputusan. Analisis data didapatkan dari hasil pengolahan data menggunakan *software* berupa nilai *chargeability* dan kedalaman untuk mengetahui sebaran dan litologi bawah permukaan penelitian. Kemudian akan dikaitkan dengan data geologi daerah penelitian.

Interpretasi adalah kegiatan penggabungan terhadap hasil dari analisis dengan standar tertentu untuk memperoleh sebuah makna dari adanya data yang

diinginkan telah terkumpul untuk mencari jawaban terhadap permasalahan yang dimana terdapat di dalam penelitian. Dalam interpretasi ini data pendukung yang digunakan adalah data geologi daerah penelitian, tabel *chargeability* dan penelitian terdahulu.

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Data

Analisis data yang dilakukan dalam penelitian ini untuk menentukan sebaran lumpur dan litologi bawah permukaan bumi pada seluruh lintasan., sehingga dapat diketahui jenis material penyusun dibawah permukaan bumi daerah penelitian. Area penelitian ini berada di desa Sekarkurung kecamatan Kebomas kabupaten Gresik Jawa Timur. Lokasi Semburan lumpur berada di area pabrik dan perkampungan. Pada penelitian ini diambil 4 lintasan pengukur di dekat titik semburan lumpur yaitu :

1. Lintasan 1 berarah tenggara-barat laut sepanjang 62 meter dengan posisi 0 meter berada di koordinat $7^{\circ} 10.393'$ LS dan $112^{\circ}37.584'$ BT sampai $7^{\circ}10.379'$ LS dan $112^{\circ}37.581'$ BT.
2. Lintasan 2 berarah timur-barat sepanjang 112 meter dengan posisi 0 meter berada di koordinat koordinat $8^{\circ}15.593'$ LS dan $112^{\circ}40.933'$ BT sampai $7^{\circ}10.367'$ LS dan $112^{\circ}37.539'$ BT.
3. Lintasan 3 berarah timur laut-barat daya sepanjang 112 meter dengan posisi 0 meter berada di koordinat $7^{\circ}10.378'$ LS dan $112^{\circ}37.582'$ BT sampai $7^{\circ}10.374'$ LS dan $112^{\circ}37.532'$ BT.
4. Lintasan 4 berarah timur-barat sepanjang 112 meter dengan posisi 0 meter berada di koordinat $7^{\circ}10.396'$ LS dan $112^{\circ}37.579'$ BT sampai $7^{\circ}10.374'$ LS dan $112^{\circ}37.532'$ BT.

Pada penelitian ini dilakukan uji XRF (*X-Ray Fluorescence*) dengan sampel diambil di daerah penelitian berupa batu gamping, tanah serpih, lempung. uji

tersebut bertujuan untuk mengetahui komposisi yang ada di dalam batuan, sehingga dapat dilihat unsur-unsur yang terdapat di dalam batuan. Melalui uji tersebut dapat membuktikan sampel batuan di daerah penelitian mengandung unsur dan konsentrasi sebagai berikut:

Tabel 4.1. Hasil lab XRF Sampel 1

Unsur	Konsentrasi
Al (Aluminium)	0.5%
Si (Silika)	1.6%
Ca (Kalsium)	92.78%
Ti (Titanium)	0.14%
Mn (Mangan)	0.094%
Fe (Besi)	1.61%
Cu (Tembaga)	0.043%
Sr (Stronsium)	0.35%
Mo (Molibdenium)	0.46%
In (Indium)	1.6%
Ba (Barium)	0.10%
Eu (Europium)	0.09%
Yb (Iterbium)	0.47%
Lu (Lutesium)	0.1%

Tabel 4.2. Hasil lab XRF Sampel 2

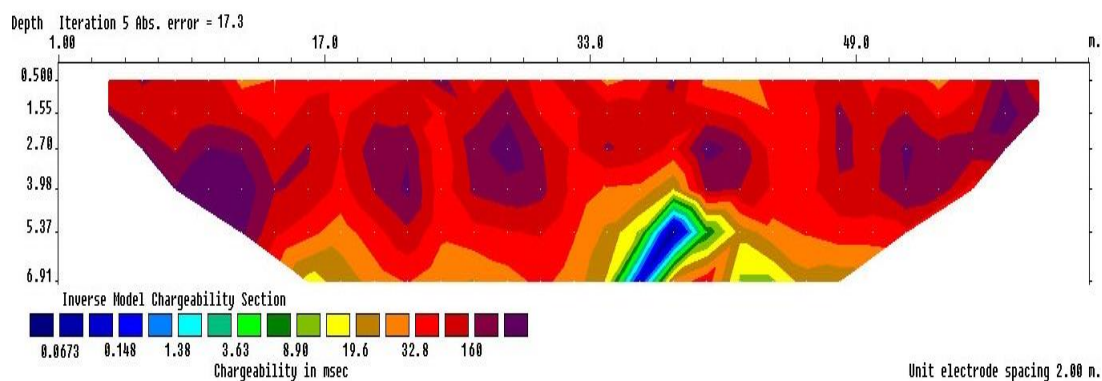
Unsur	Konsentrasi
Al (Aluminium)	4.3%
Si (Silika)	15.5%
Ca (Kalsium)	1.1%
K (Kalium)	58.3%
Ti (Titanium)	1.6%
V (Vanadium)	0.06%
Cr (Kromium)	0.082%
Mn (Mangan)	0.25%
Fe (Besi)	14.2%
Ni (Nikel)	0.02%
Cu (Tembaga)	0.072%
Sr (Stronsium)	1.4%
Zr (Zirkonium)	0.5%
In (Indium)	2.1%
Ba (Barium)	0.2%
Eu (Europium)	0.04%
Yb (Iterbium)	0.2%
Hg (Merkuri)	0.23%

Tabel 4.3 Hasil lab XRF Sampel 3

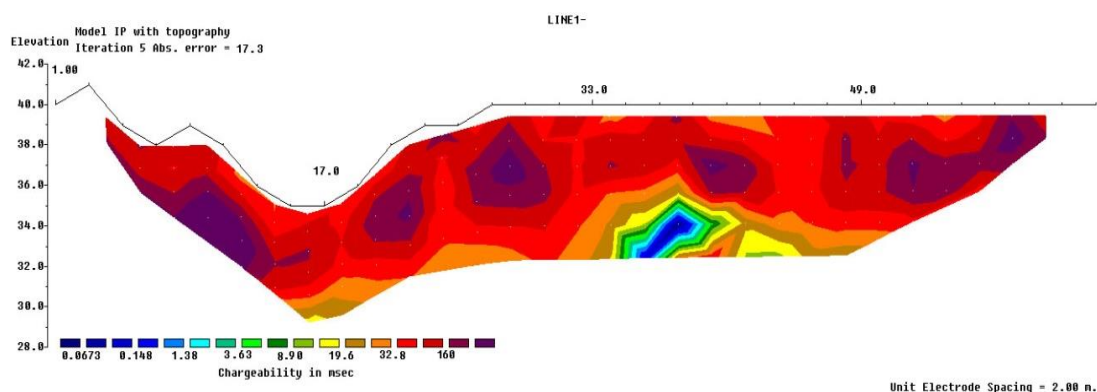
Unsur	Konsentrasi
Al (Aluminium)	4.5%
Si (Silika)	19.6%
P (Fosforus)	0.70%
K (Kalium)	2.16%
Ca (Kalsium)	44.6%
Ti (Titanium)	2.18%
V (Vanodium)	0.11%
Cr (Kromium)	0.13%
Mn (Mangan)	0.30%
Fe (Besi)	22.4%
Ni (Nikel)	0.06%
Cu (Tembaga)	0.13%
Zn (Seng)	0.01%
Sr (Stronsium)	1.9%
Zr (Zirkonium)	0.6%
Eu (Europium)	0.1%
Yb (Iterbium)	0.07%
Re (Rhenium)	0.4%

4.1.1. Lintasan 1

Lintasan 1 berada pada koordinat $7^{\circ}10.393'$ LS dan $112^{\circ}37.584'$ BT sampai $7^{\circ}10.379'$ LS dan $112^{\circ}37.581'$ BT. Pada lintasan pertama memiliki panjang 64 meter dengan spasi antar elektroda 2 meter. Setelah diolah menggunakan *software* Res2dinv diperoleh nilai *chargeability* bawah permukaan antara 0.0673 msec sampai 160 msec. Kedalaman yang terdeteksi berkisar 0.500 meter sampai 6.91 meter dengan Jumlah iterasi yang digunakan dalam lintasan ini sebanyak 5 kali dengan RMS *error* 17.3 %.






Gambar 4.1 Model Penampang 2D Lintasan 1



Gambar 4.2 Topografi Lintasan 1

Berdasarkan hasil analisis lapisan bawah permukaan pada pemodelan ditunjukkan pada tabel yaitu:

Tabel 4.4 Hasil Analisis Lithologi pada lintasan 1.

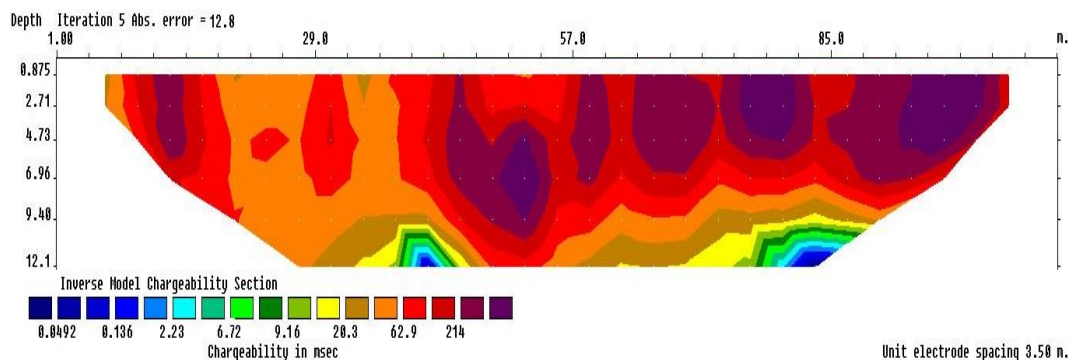
Jenis Batuan/ material	Batu Gamping	Dominasi Gamping asosiasi pasir dan lempung	Dominasi Gamping asosiasi pasir dan lempung
Skala Warna			
Nilai <i>Chargeability</i>	0.0673 – 19.6	19.7 – 32.8	32.9 - 160
Warna Batuan/ Material	Putih Kecoklatan	Putih Kecoklatan	Coklat kehitaman
Tekstur	Kasar dan Keras	Kasar dan Halus	Kasar dan Halus
Kandungan Batuan/ Material	Ca 92.78%, Si 1.6%, Al 0.5%, Fe 1.61%, Cu...	Ca 92.78%, Si 1.6%, Al 0.5%, Fe 1.61%, K...	Ca 92.78%, Si 1.6%, Al 0.5%, Fe 1.61%, K...



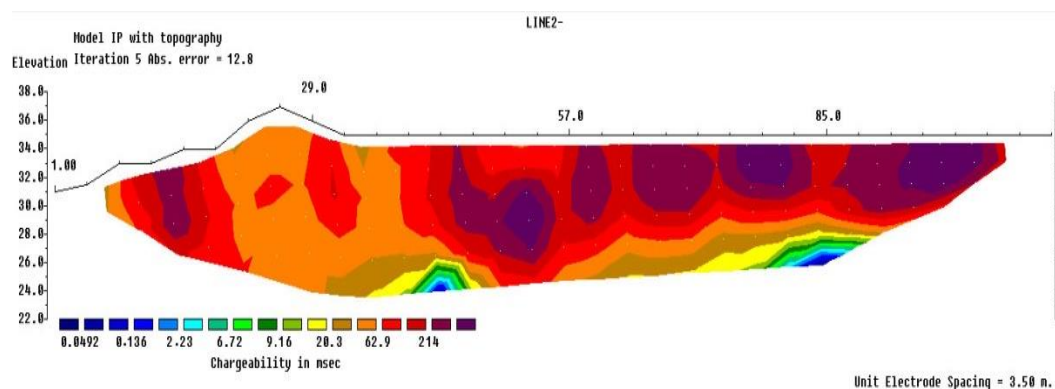
Berdasarkan gambar 4.1 penampang 2D dan tabel 4.1 hasil analisis litologi menunjukkan bahwa di daerah penelitian terdapat batu gamping kapuran. Keberadaan batu gamping terdapat pada kedalaman sekitar 4 meter sampai 6 meter ditunjukkan pada citra warna biru sampai kuning dengan nilai *chargeability* 0.0672 msec sampai 19.6 msec. Lapisan dengan nilai *chargeability* 19.7 msec sampai 32.8 msec berdasarkan citra warna kunyit sampai orange dianalisis sebagai dominasi gamping yang berasosiasi dengan pasir dan lempung berada di kedalaman 3.98 m sampai 6.91 m. Lapisan dengan nilai *chargeability* 32.9 msec sampai 160 msec dianalisis sebagai 1 dominasi gamping yang berasosiasi dengan pasir dan lempung berdasarkan citra warna orange sampai ungu dengan kedalaman 0.5 m sampai 6.91 m.

4.1.2. Lintasan 2

Lintasan 2 berada pada koordinat $8^{\circ}15.593'$ LS dan $112^{\circ}40.933'$ BT sampai $7^{\circ}10.367'$ LS dan $112^{\circ}37.539'$ BT. Pada lintasan kedua memiliki panjang 112 meter dengan spasi antar elektroda 3.5 meter. Setelah diolah menggunakan *software* Res2dinv diperoleh nilai *chargeability* bawah permukaan antara 0.0492 msec sampai 214 msec. Kedalaman yang terdeteksi berkisar 0.875 meter sampai 12.1 meter dengan Jumlah iterasi yang digunakan dalam lintasan ini sebanyak 5 kali dengan RMS *error* 12.8 %.



Gambar 4.3 Model Penampang 2D Lintasan 2



Gambar 4.4 Topografi Lintasan 2

Berdasarkan hasil ianalisis lapisan bawah permukaan pada pemodelan ditunjukkan pada tabel yaitu:

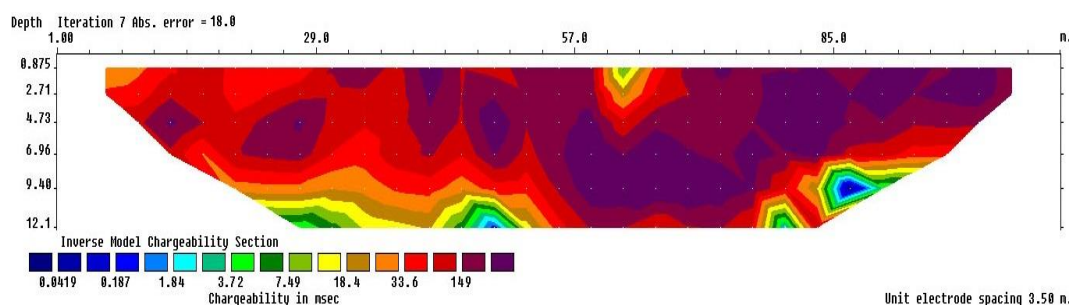
Tabel 4.5 Hasil Analisis Lithologi pada lintasan 2.

Jenis Batuan/ material	Batu Gamping	Dominasi Gamping asosiasi pasir dan lempung	Dominasi Gamping asosiasi pasir dan lempung
Skala Warna			
Nilai <i>Chargeability</i>	0.0492 - 20.3	20.4 – 62.9	63 - 214
Warna Batuan/ Material	Putih Kecoklatan	Putih Kecoklatan	Coklat kehitaman
Tekstur	Kasar dan Keras	Kasar dan Halus	Kasar dan Halus
Kandungan Batuan/ Material	Ca 92.78%, Si 1.6%, Al 0.5%, Fe 1.61%, Cu...	Ca 92.78%, Si 1.6%, Al 0.5%, Fe 1.61%, K...	Ca 92.78%, Si 1.6%, Al 0.5%, Fe 1.61%, K...
Gambar			

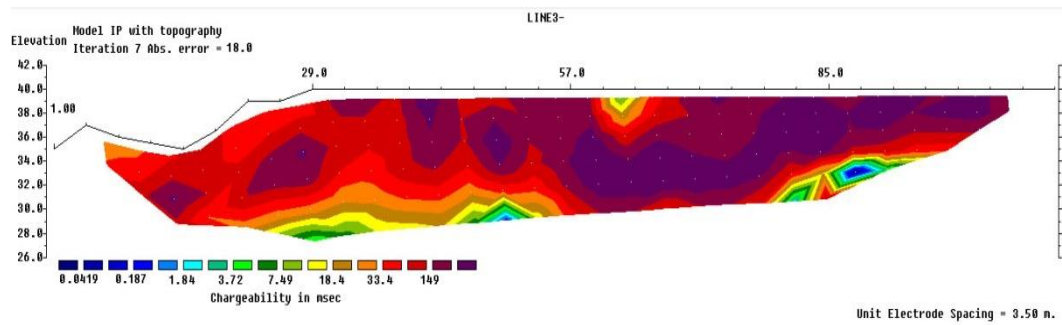
Berdasarkan gambar 4.3 pemodelan 2D dan tabel 4.2 hasil analisis litologi menunjukkan bahwa di daerah penelitian terdapat batu gamping berada di kedalaman sekitar 10 meter sampai 12 meter. Nilai *chargeability* pada batuan gamping tersebut sekitar 0.0492 msec sampai 20.3 msec dilihat dari citra warna biru sampai kuning. Lapisan dengan nilai *chargeability* 20.4 msec sampai 62.9 msec berdasarkan citra warna kunyit sampai orange dianalisis sebagai dominasi gamping yang berasosiasi dengan pasir dan lempung berada di kedalaman 0.875 meter sampai 12.1 meter. Lapisan dengan nilai *chargeability* 63 msec sampai 214 msec dianalisis sebagai dominasi gamping yang berasosiasi dengan pasir dan lempung berdasarkan citra warna merah sampai ungu dengan kedalaman 0.875 meter sampai 12.1 meter.

4.1.3. Lintasan 3

Lintasan 3 berada pada koordinat $7^{\circ}10.378'$ LS dan $112^{\circ}37.582'$ BT sampai $7^{\circ}10.374'$ LS dan $112^{\circ}37.532'$ BT. Pada lintasan ketiga memiliki panjang 112 meter dengan spasi antar elektroda 3.5 meter. Setelah diolah menggunakan *software* Res2dinv diperoleh nilai *chargeability* bawah permukaan antara 0.0419 msec sampai 149 msec. Kedalaman yang terdeteksi berkisar 0.875 meter sampai 12.1 meter dengan Jumlah iterasi yang digunakan dalam lintasan ini sebanyak 7 kali dengan RMS *error* 18.0 %.



Gambar 4.5 Model Penampang 2D Lintasan 3



Gambar 4.6 Topografi Lintasan 3

Berdasarkan hasil analisis lapisan bawah permukaan pada pemodelan ditunjukkan pada tabel yaitu:

Tabel 4.6 Hasil Analisis Lithologi pada lintasan 3.

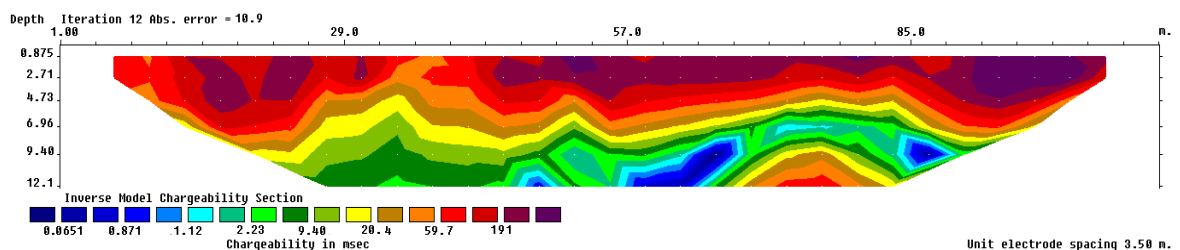
Jenis Batuan/ material	Batu Gamping	Dominasi Gamping asosiasi pasir dan lempung	Dominasi Gamping asosiasi pasir dan lempung
Skala Warna			
Nilai <i>Chargeability</i>	0.0419 – 18.4	18.5 – 33.6	33.7 - 149
Warna Batuan/ Material	Putih Kecoklatan	Putih Kecoklatan	Coklat kehitaman
Tekstur	Kasar dan Keras	Kasar dan Halus	Kasar dan Halus
Kandungan Batuan/ Material	Ca 92.78%, Si 1.6%, Al 0.5%, Fe 1.61%, Cu...	Ca 92.78%, Si 1.6%, Al 0.5%, Fe 1.61%, K...	Ca 92.78%, Si 1.6%, Al 0.5%, Fe 1.61%, K...
Gambar			

Berdasarkan gambar 4.5 pemodelan 2D dan tabel 4.3 hasil analisis litologi menunjukkan bahwa di daerah penelitian terdapat batu gamping kapuran. Keberadaan batu gamping terdapat pada kedalaman sekitar 2.71 ditunjukkan pada citra warna biru sampai kuning dengan nilai *chargeability* 0.0419 msec sampai 18.4 msec berada di kedalaman 9.41 meter sampai 12.1 meter. Lapisan dengan nilai *chargeability* 18.5 msec sampai 33.6 msec

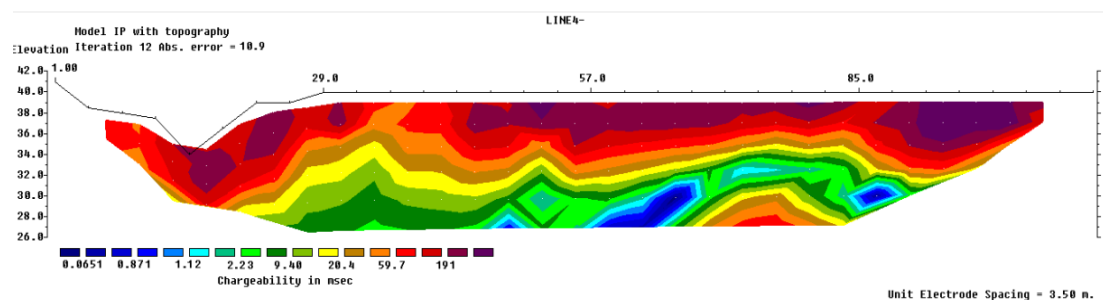
berdasarkan citra warna kunyit sampai orange dianalisis sebagai dominasi gamping yang berasosiasi dengan pasir dan lempung berada di kedalaman 6.96 meter sampai 12.1 meter. Lapisan dengan nilai *chargeability* 33.7 msec sampai 149 msec dianalisis sebagai dominasi gamping yang berasosiasi dengan pasir dan lempung berdasarkan citra warna merah sampai ungu. Pada lintasan 3 pola persebarannya tidak merata.

4.1.4. Lintasan 4

Lintasan 4 berada pada koordinat $7^{\circ}10.396'$ LS dan $112^{\circ}37.579'$ BT sampai $7^{\circ}10.374'$ LS dan $112^{\circ}37.532'$ BT. Pada lintasan keempat memiliki panjang 112 meter dengan spasi antar elektroda 3.5 meter. Setelah diolah menggunakan *software* Res2dinv diperoleh nilai *chargeability* bawah permukaan antara 0.0651 msec sampai 191 msec. Kedalaman yang terdeteksi berkisar 0.875 meter sampai 12.1 meter dengan Jumlah iterasi yang digunakan dalam lintasan ini sebanyak 12 kali dengan RMS *error* 10.9 %.









Gambar 4.7 Model Penampang 2D Lintasan 4



Gambar 4.8 Topografi Lintasan 4

Berdasarkan hasil analisis lapisan bawah permukaan pada pemodelan ditunjukkan pada tabel yaitu:

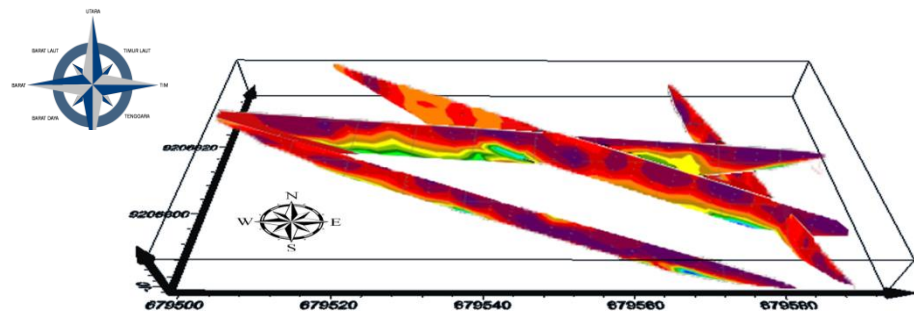
Tabel 4.7 Hasil Analisis Lithologi pada lintasan 4.

Jenis Batuan/ material	Batu Gamping	Dominasi Gamping asosiasi pasir dan lempung	Dominasi Gamping asosiasi pasir dan lempung
Skala Warna			
Nilai <i>Chargeability</i>	0.0651– 20.4	20.5 – 59.7	59.8 - 191
Warna Batuan/ Material	Putih Kecoklatan	Putih Kecoklatan	Coklat kehitaman
Tekstur	Kasar dan Keras	Kasar dan Halus	Kasar dan Halus
Kandungan Batuan/ Material	Ca 92.78%, Si 1.6%, Al 0.5%, Fe 1.61%, Cu...	Ca 92.78%, Si 1.6%, Al 0.5%, Fe 1.61%, K...	Ca 92.78%, Si 1.6%, Al 0.5%, Fe 1.61%, K...
Gambar			

Berdasarkan gambar 4.7 pemodelan 2D dan tabel 4.4 hasil analisis litologi menunjukkan bahwa di daerah penelitian terdapat batu gamping.. Keberadaan batu gamping terdapat pada kedalaman mulai sekitar 6.96 meter sampai 12.1 meter ditunjukkan pada citra warna biru sampai kuning dengan nilai *chargeability* 0.0651 msec sampai 20.4 msec. Lapisan dengan nilai *chargeability* 20.5 msec sampai 59.7 msec berdasarkan citra warna kunyit sampai orange dianalisis sebagai dominasi gamping yang berasosiasi dengan pasir dan lempung berada di kedalaman 0.875 meter sampai 9.40 meter. Lapisan dengan nilai *chargeability* 59.8 msec sampai 191 msec dianalisis sebagai dominasi gamping yang berasosiasi dengan pasir dan lempung berdasarkan citra warna merah sampai ungu.

4.1.5. Model Penampang 3D

Pada hasil penelitian ini kedalaman yang berhasil teridentifikasi mencapai 6.91 meter dilintasan 1, pada lintasan dua, tiga, dan empat mencapai 12.1 meter. Dari keempat lintasan, nilai *error* yang dihasilkan >10%, namun idealnya dalam data geolistrik nilai *error* yang baik mendekati keadaan sebenarnya adalah dibawah 10%. Nilai *error* yang tinggi dari hasil pengolahan data dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu: faktor alam atau kesalahan dalam pembacaan.



Gambar 4.9 Model Penampang 3D

Berdasarkan gambar 4.8 model penampang 3D dapat diketahui perpotongan pada lintasan. Pada gambar 3D bisa dilihat arah persebaran litologi beberapa jenis batuan, diketahui bahwa arah sebaran lumpur berada disetiap lintasan. Keberadaan semburan lumpur diduga ada pada titik $7^{\circ}10'23''$ LS dan $112^{\circ}37'34''$ BT.

4.2. Interpretasi Data

Menurut kajian geologi, pada lokasi penelitian umumnya mempunyai tanah bertekstur lempung didominasi dengan batuangamping berwarna putih, berongga halus, mengandung moluska, foram besar, koral dan ganggang. Lokasi penelitian ini di desa Sekarkurung kecamatan Kebomas kabupaten Gresik ini

termasuk ke dalam Cekungan Kendeng yang merupakan Zona Central Depression pulau jawa. Di dalam rangkaian Zona Kendeng terdapat sesar geser dengan arah barat daya-timur laut, yaitu sesar Watukosek. Pada daerah penelitian tanah lapukannya berwarna merah kecoklatan.

Pada gambar 3D yang ditunjukkan diatas dapat diinterpretasikan arah sebarannya. Pada lintasan pertama mempunyai kedalaman dangkal 6.91 meter dengan menunjukkan arah sebaran dari tenggara-barat laut terletak pada sebelah barat laut dari pusat semburan lumpur, dimana lintasan 1 memotong lintasan 2 dan 4. Lintasan 2,3, dan 4 memiliki panjang lintasan 112 meter dengan kedalaman mencapai 12.1 meter. Pada lintasan kedua dengan arah sebaran dari timur-barat terletak pada sebelah selatan dari pusat semburan lumpur, dimana lintasan 2 memotong lintasan 1 dan lintasan 4. Lintasan ketiga yang menunjukkan arah sebaran timur-barat terletak menjauhi pusat semburan lumpur. Lintasan keempat menunjukkan arah sebaran timur laut-barat daya terletak pada sebelah timur laut dari pusat semburan lumpur, dimana lintasan 4 memotong lintasan 1 dan lintasan 2. Dari penjelasan tersebut dapat diinterpretasikan bahwa sebaran lumpur menyebar disekitar semburan sepanjang lintasan.

Hasil interpretasi di atas dapat didefinisikan litologi daerah penelitian tersusun atas beberapa batuan berdasarkan nilai *chargeability* yang diperoleh. Jenis batuan dengan nilai *chargeability* berkisar antara 0.0419 msec sampai 21.3 msec yang di duga batu gamping kapuran. Jenis batuan kedua dengan nilai *chargeability* berkisar antara 18.5 msec sampai 62.9 msec yang diduga sebagai dominasi gamping yang berasosiasi dengan pasir dan lempung. Jenis batuan

yang ketiga dengan nilai *chargeability* berkisar antara 32.9 msec sampai 214 msec yang di duga sebagai dominasi gamping yang berasosiasi dengan pasir dan lempung .

Daerah penelitian ini termasuk dalam Formasi Madura (Tm_{pm}) tersebar luas di Pulau Madura bagian barat, selatan dan sedikit dibagian utara, di daerah Gresik. Formasi ini terdiri dari bagian atas berupa batugamping kapuran dan bagian bawah berupa batugamping terumbu, dimana keduanya merupakan batuan yang mengandung karbonat. Pada penelitian ini di dapat batu gamping dengan nilai *chargeability* berkisar antara 0.0419 msec sampai 21.3 msec. Penelitian ini di dukung oleh Masrurah, dkk (2020), berdasarkan hasil penelitian didapatkan nilai chargeabilitas batu gamping sedang ke tinggi dengan nilai chargeabilitas sedang berkisar 3 – 12 msec dan chrgeabilitas tinggi dengan nilai berkisar 12 – 25 msec. Sesuai dengan tabel 2.1 yang menunjukkan bahwa nilai *chargeability* batu gamping berkisar 10 – 20 msec. Pendugaan batu gamping diperkuat oleh sampel batuan pada daerah penelitian yang telah diuji menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence*) menyatakan bahwa senyawa Ca (kalsium) pada sampel tersebut sangat besar mencapai 92.78%, yang terdapat pada gamping selain itu juga terdapat senyawa lainnya berupa Al, Si, Ti, Mn, dll (sesuai tabel 4.1). Batu gamping ini dicirikan dengan warna putih kecoklatan dan bertekstur keras dan kasar.

Jenis batuan kedua dengan nilai *chargeability* berkisar antara 18.5 msec sampai 62.9 msec yang diduga sebagai dominasi gamping yang berasosiasi dengan pasir dan lempung. Hasil pendugaan ini diperkuat oleh sampel batuan pada daerah penelitian yang telah diuji menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence*)

menyatakan bahwa material yang mendominasi yaitu senyawa Ca (kalsium) pada sampel tersebut sangat besar mencapai 58.3%, yang terdapat pada gamping selain itu juga terdapat senyawa lainnya berupa Al, Si, Ti, Mn, dll (sesuai tabel 4.2). Material ini dicirikan dengan warna putih kecoklatan dan bertekstur kasar dan halus. Nilai *chargeability* ini menunjukkan nilai yang cukup tinggi dikarenakan material bercampur dengan pasir dan lempung. Nilai *chargeability* pasir dan lempung yang tinggi dapat mempengaruhi material yang mendominasi.

Jenis batuan ketiga dengan nilai *chargeability* berkisar antara 32.9 msec sampai 214 yang diduga sebagai dominasi gamping yang berasosiasi dengan pasir dan lempung. Hasil pendugaan ini diperkuat oleh sampel batuan pada daerah penelitian yang telah diuji menggunakan XRF (*X-Ray Fluorescence*) menyatakan bahwa material yang mendominasi yaitu senyawa Ca (kalsium) pada sampel tersebut sangat besar mencapai 44.6%, yang terdapat pada gamping selain itu juga terdapat senyawa lainnya berupa Al, Si, Ti, Mn, dll (sesuai tabel 4.3). Material ini dicirikan dengan warna coklat kehitaman dan bertekstur kasar dan halus. Nilai *chargeability* ini menunjukkan nilai yang tinggi dikarenakan material bercampur dengan pasir dan lempung. Nilai *chargeability* pasir dan lempung yang tinggi dapat mempengaruhi material yang mendominasi.

4.3. Integrasi dan Hikmah Penelitian dalam Ayat Al-Qur'an

Dilihat dari hasil penelitian terdapat beberapa lapisan batuan penyusun struktur bawah permukaan daerah penelitian. Jenis batuan tersebut yaitu batu gamping. Sesuai dengan firman Allah SWT dalam (Q.S. Fathir [35]:27).

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بَيَضٌ
وَحُمْرٌ مُخْتَلِفٌ أَلْوَانُهَا وَعَرَائِبٌ سُوْدٌ

“Tidakkah engkau melihat bahwa Allah menurunkan air dari langit lalu dengan air itu Kami hasilkan buah-buahan yang beraneka macam jenisnya. Dan di antara gunung-gunung itu ada garis-garis putih dan merah yang beraneka macam warnanya dan ada (pula) yang hitam pekat”.

Allah juga menciptakan gunung-gunung yang kelihatan seperti garis-garis, ada yang kelihatan putih, merah, dan hitam pekat. Di antara gunung-gunung itu terbentang pula jalan-jalan yang beraneka ragam pula warnanya. Struktur lapisan bumi yang membentuk garis-garis warna. Seperti pada penelitian dimana warna biru, hijau, kuning, merah, dan ungu menunjukkan perlapisan batuan yang ada dibawah permukaan bumi.

Menurut para saintis, garis-garis berwarna pada batuan paling umum dijumpai pada jenis batuan sedimen. Batuan sedimen terbentuk dari hasil pengendapan bahan yang terangkut oleh aliran air atau angin. Bahan yang diendapkan adalah butiran-butiran halus berupa pasir, debu, atau lempung sebagai hasil pelapukan batuan di tempat lain, yang kemudian terlepas dari batuan induknya dan terangkut oleh aliran air atau tiupan angin. Tempat pengendapan bahan sedimen ini umumnya terletak pada bagian-bagian yang rendah di mana kecepatan tenaga pengangkut (arus air, hembusan angin) berkurang.

لَمْ تَرَوْا أَنَّ اللَّهَ سَخَّرَ لَكُمْ مِمَّا فِي السَّمَاوَاتِ وَمِمَّا فِي الْأَرْضِ وَأَسْبَغَ عَلَيْكُمْ نِعَمَهُ
ظَاهِرَةً وَبَاطِنَةً ۖ وَمِنَ النَّاسِ مَن يُجَادِلُ فِي اللَّهِ بِغَيْرِ عِلْمٍ وَلَا هُدًى وَلَا كِتَابٍ مُّزِينٍ

“Tidakkah kamu perhatikan sesungguhnya Allah telah menundukkan untuk (kepentingan)mu apa yang di langit dan apa yang di bumi dan menyempurnakan untukmu nikmat-Nya lahir dan batin. Dan di antara manusia ada yang membantah tentang (keesaan) Allah tanpa ilmu pengetahuan atau petunjuk dan tanpa Kitab yang memberi penerangan” (Q.S. Luqman [31]:20).

Ayat tersebut menjelaskan suatu kenikmatan yang telah disajikan oleh Allah SWT kepada umat manusia dari segala keadaan alam yang ada. Faktor pergerakan tektonik bumi yang mengakibatkan lumpur keluar dari perut bumi

tersebut juga dirasakan sebagai kenikmatan apabila umat manusia mensyukurinya dan berpikir dari fenomena alam yang terjadi.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan interpretasi data geolistrik dimana semua data telah dikumpulkan dari penelitian di lapangan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Semburan lumpur di Desa Sekarkurung Kecamatan Kebomas Kabupaten Gresik berada dititik $7^{\circ}10'23''$ LS dan $112^{\circ}37'34''$ BT sebaran lumpur menyebar disekitar semburan lumpur seluas lintasan.
2. Litologi bawah permukaan di lokasi penelitian di Desa Sekarkurung Kecamatan Kebomas Kabupaten Gresik di dominasi oleh batu gamping dengan nilai *chargeability* berkisar antara 0.0419 msec sampai 21.3 msec , dominasi gamping yang berasosiasi dengan pasir dan lempung dengan nilai *chargeability* berkisar antara 18.5 msec sampai 214 msec

5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan dari penelitian ini yaitu dikarenakan penelitian ini masih analisis terhadap objek penelitian, maka alangkah baiknya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan metode geofisika yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmadi, Abu. 1998. *Psikologi Umum*. Jakarta: Aneka Cipta Al-Qur'an.
- Amelinda Kurnia, dan Bagus Jaya S. 2016. *Identifikasi Pola Persebaran Sumber Lumpur Bawah Tanah Pada Mud Volcano Gunung Anyar Rungkut Surabaya Menggunakan Metode Geolistrik*. Jurnal Sains dan Seni ITS., Vol 5, h. 1-2.
- Bagas, Warmana, Amin. 2017. *Aplikasi Metode Induced Polarization untuk Mengidentifikasi Akifer di Daerah Sutorejo Surabaya*. Insitut Teknologi Sepuluh November (ITS). Vol, 6 No, 1.
- Departemen Agama RI. 1989. *Al-Qur'an Al Karim*. Semarang: Toha Putera.
- Dimitrov, L.i, Woodside, J.M. 2001. *Mud Volcano The Most Important Pathway for Degassing Deeply Buried Sediments*. Mar: Geol (in press).
- Fatimatuazzahroh, Siti. 2015. *Analisis Struktur Geologi Daerah Ranu Gedang Berdasarkan Data Anomali Medan Magnet*. Skripsi. Tidak diterbitkan. Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Hadrian Eddy. 2010. *Pemodelan Data IP-Resistivity dan Magnetik untuk Melokalisasi Endapan Nikel Laterit di Daerah "LTD" Sulawesi Tenggara*. Depok: FMIPA UI.
- Handoko, T.W. 2015. *Geothermal Potential at Lusi Mud Volcano*. Surabaya: Insitut Teknologi Adhi Tama.
- Kalinko, M. 1964. *Mud Volcanoes, Reasons of Their Origin, Development and Fading*: VNIGRI, v. 40, p. 30-54 (in Russian).
- Kearey, P., Michael, B., Ian, H., 2002. *An Introduction to Geophysical Exploration*. Blackwell Science Ltd. London.
- Kopf, A. J. 2002, *Significance of Mud Volcanism*. Reviews of Geophysics, Vol. 40, No 2.
- Loke, M. H., 2004. *Electrical Imaging Surveys For Environmental And Enginering Studies*. Malaysia. Penang.
- Masrurah, Zakia, Nazirah Saina, dkk. 2020. *Analisis Sebaran Batuan Seperpentinit di Kota Cot Glie, Aceh Besar Berdasarkan Nilai Chargeabilitas Batuan*. Jurnal Hadron. Vol. 2, No.2.
- Mazini, A, Akhmanov. 2009. *Mud Volcanism, Processes and Implication*. Journal of Marine and Petroleum.

- Pramana, A, dkk. 2014. *Pendugaan Zona Endapan Mineral Logam (Emas) Di Gunung Bujang, Jambi Berdasarkan Data Induced Polarization (IP)*. Malang : Brawijaya Physics Student Journal.
- Pratama, Gilang. 2014. *Geologi dan Studi Fasies Karbonat Formasi Paciran Kelurahan Sidomukti Kecamatan Kebomas Kabupaten Gresik Provinsi Jawa Timur*. Thesis. Yogyakarta: UPN
- Putrohari R. 2008. *Posisi Kontroversi Patahan Watukosek*. [http://rovicky.wordpress.com/2008\[Juli 2016\]](http://rovicky.wordpress.com/2008[Juli 2016])
- Reynolds, J. M. 1997. *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. USA: JhonWiley & Sons, p 156-160.
- Satyana A.H. and Asnidar. 2008. *Mud Diapris and Mud Volcanoes of Java to Madura: origins, natures, and Implication to Potroleum System, Proceedings Indonesia Petroleum Asocciation (IPA), 32 nd annual convention*. Jakarta, 27-29 May.
- Sharma, P. 1997. *Environmental and Engineering Geophysics*. United Kingdom: Cambridge university Press.
- Sukardi. 1992. *Geologi Lembar Surabaya & Sepulu, Jawa*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi indonesia .
- Sutasoma, Muwardi, dkk. 2018. *Identifikasi Air Tanah Dengan Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Schlumberger Di Candi Dasar Provinsi Bali*. Konstan, Vol.3, No.2.
- Syamsudin, Lantu, Massinai, M.A., Akbar, S. 2012, *Identifikasi Sesar Bawah Permukaan dengan Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner di Sekitar Da Jene'berang, Kecamatan Parangloe, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan*. Positron., Vol 11, No 2.
- Telford, W. G. 1990. *Applied Geophysics*, . New Jersey: Cambridge University Press.
- Utiya,jefriyanto, As'ari, Seni HJ Tongkukut. 2015. *Metode Geolistrik Resistivitas Konfigurasi Wenner-Schlumberger dan Konfigurasi Dipole-Dipole Untuk Identifikasi Patahan Manado di Kecamatan Paaldua Kota Manado*. Jurnal Ilmiah Sains., Vol. 15, No. 2.
- Vebrianto Suhendra. 2016. *Eksplorasi Metode Geolistrik*. Malang: UB Press.
- Wiranata Doni, Andrianus Inu, dkk. 2018. *Interpretasi Pola Sebaran Indikasi MudVolcano diSuryanata Samarinda dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner-Schlumberger*. Jurnal Geosains Kutai Basin., Vol.1, No. 2.

LAMPIRAN 1

Data Pengukuran Geolistrik

LINE 1

Panjang Lintasan : 64 meter

Spasi : 2 meter

No	Elektroda (meter)				I (mA)	V (mV)	Data Res2Dinv				
	A	M	N	B			x line	spasi	n	$\rho_a(\Omega m)$	\underline{M} (ms))
1	0	2	4	6	150	64	3	2	1	0.96	89
2	2	4	6	8	114	46	5	2	1	0.91	169
3	4	6	8	10	58	51	7	2	1	1.15	197
4	6	8	10	12	216	86	9	2	1	0.90	154
5	8	10	12	14	168	94	11	2	1	1.27	143
6	10	12	14	16	207	102	13	2	1	1.11	97
7	12	14	16	18	247	199	15	2	1	1.83	140
8	14	16	18	20	368	185	17	2	1	1.14	133
9	16	18	20	22	237	129	19	2	1	1.23	189
10	18	20	22	24	213	125	21	2	1	1.33	127
11	20	22	24	26	261	100	23	2	1	0.87	120
12	22	24	26	28	226	192	25	2	1	1.92	77
13	24	26	28	30	315	119	27	2	1	0.85	88
14	26	28	30	32	277	223	29	2	1	1.82	74
15	28	30	32	34	362	154	31	2	1	0.97	63
16	30	32	34	36	286	229	33	2	1	1.81	47
17	32	34	36	38	345	265	35	2	1	1.74	27
18	34	36	38	40	201	105	37	2	1	1.19	121
19	36	38	40	42	230	240	39	2	1	2.35	60
20	38	40	42	44	246	217	41	2	1	2.00	74
21	40	42	44	46	293	215	43	2	1	1.66	75
22	42	44	46	48	274	235	45	2	1	1.95	76
23	44	46	48	50	205	124	47	2	1	1.37	117
24	46	48	50	52	94	53	49	2	1	1.27	290
25	48	50	52	54	293	161	51	2	1	1.24	126
26	50	52	54	56	166	169	53	2	1	1.19	281
27	52	54	56	58	91	61	55	2	1	1.51	300
28	54	56	58	60	261	86	57	2	1	0.75	165
29	56	58	60	62	261	110	59	2	1	0.96	199
30	0	4	6	10	161	17	5	2	2	0.69	202

LINE 2

Panjang Lintasan : 112 meter

Spasi : 3.5 meter

No	Elektroda (meter)				I (ma)	V (mv)	Data Res2Dinv				
	A	M	N	B			x line	spasi	n	$\rho_a(\Omega m)$	<u>M</u> <u>(ms)</u>
1	0	3.5	7	10.5	286	250	5.25	3.5	1	15.24	273
2	3.5	7	10.5	14	201	46	8.75	3.5	1	3.99	294
3	7	10.5	14	17.5	213	98	12.25	3.5	1	4.11	97
4	10.5	14	17.5	21	231	76	15.75	3.5	1	5.80	280
5	14	17.5	21	24.5	242	93	19.25	3.5	1	6.73	310
6	17.5	21	24.5	28	140	54	22.75	3.5	1	6.70	320
7	21	24.5	28	31.5	386	145	26.25	3.5	1	6.55	302
8	24.5	28	31.5	35	267	70	29.75	3.5	1	4.56	165
9	28	31.5	35	38.5	160	103	33.25	3.5	1	11.22	322
10	31.5	35	38.5	42	274	46	36.75	3.5	1	2.95	284
11	35	38.5	42	45.5	380	146	40.25	3.5	1	6.71	111
12	38.5	42	45.5	49	254	51	43.75	3.5	1	3.54	201
13	42	45.5	49	52.5	286	60	47.25	3.5	1	3.69	270
14	45.5	49	52.5	56	105	32	50.75	3.5	1	5.37	355
15	49	52.5	56	59.5	203	35	54.25	3.5	1	3.06	252
16	52.5	56	59.5	63	249	74	57.75	3.5	1	3.18	310
17	56	59.5	63	66.5	99	17	61.25	3.5	1	3.06	722
18	59.5	63	66.5	70	264	41	64.75	3.5	1	2.70	195
19	63	66.5	70	73.5	239	41	68.25	3.5	1	2.96	312
20	66.5	70	73.5	77	330	34	71.75	3.5	1	2.48	312
21	70	73.5	77	80.5	261	30	75.25	3.5	1	2.00	258
22	73.5	77	80.5	84	232	29	78.75	3.5	1	2.15	279
23	77	80.5	84	87.5	254	46	82.25	3.5	1	3.17	177
24	80.5	84	87.5	91	346	92	85.75	3.5	1	3.05	472
25	84	87.5	91	94.5	362	49	89.25	3.5	1	2.36	367
26	87.5	91	94.5	98	392	66	92.75	3.5	1	2.97	226
27	91	94.5	98	101.5	226	24	96.25	3.5	1	1.87	343
28	94.5	98	101.5	105	309	125	99.75	3.5	1	2.26	359
29	98	101.5	105	108.5	377	59	103.25	3.5	1	2.75	291
30	0	7	10.5	17.5	255	28	8.75	3.5	2	2.69	200

LINE 3

Panjang Lintasan : 112 meter

Spasi : 3.5 meter

No	Elektroda (meter)				I (mA)	V (mV)	Data Res2Dinv				
	A	M	N	B			x line	spasi	n	$\rho_a(\Omega m)$	<u>M (ms)</u>
1	0	3.5	7	10.5	188	132	5.25	3.5	1	3.82	11
2	3.5	7	10.5	14	193	130	8.75	3.5	1	3.66	25
3	7	10.5	14	17.5	287	249	12.25	3.5	1	4.72	66
4	10.5	14	17.5	21	182	138	15.75	3.5	1	4.13	128
5	14	17.5	21	24.5	247	215	19.25	3.5	1	4.74	47
6	17.5	21	24.5	28	297	147	22.75	3.5	1	2.69	93
7	21	24.5	28	31.5	264	133	26.25	3.5	1	2.75	132
8	24.5	28	31.5	35	155	29	29.75	3.5	1	1.02	306
9	28	31.5	35	38.5	208	53	33.25	3.5	1	1.39	246
10	31.5	35	38.5	42	344	132	36.75	3.5	1	2.09	316
11	35	38.5	42	45.5	568	107	40.25	3.5	1	0.57	86
12	38.5	42	45.5	49	571	98	43.75	3.5	1	0.94	77
13	42	45.5	49	52.5	481	67	47.25	3.5	1	0.76	217
14	45.5	49	52.5	56	221	34	50.75	3.5	1	0.83	330
15	49	52.5	56	59.5	640	115	54.25	3.5	1	0.98	77
16	52.5	56	59.5	63	681	135	57.75	3.5	1	1.08	55
17	56	59.5	63	66.5	211	39	61.25	3.5	1	1.00	209
18	59.5	63	66.5	70	622	113	64.75	3.5	1	0.99	453
19	63	66.5	70	73.5	607	84	68.25	3.5	1	0.75	125
20	66.5	70	73.5	77	481	70	71.75	3.5	1	0.79	184
21	70	73.5	77	80.5	490	80	75.25	3.5	1	0.89	226
22	73.5	77	80.5	84	545	71	78.75	3.5	1	0.71	118
23	77	80.5	84	87.5	539	45	82.25	3.5	1	0.46	154
24	80.5	84	87.5	91	504	65	85.75	3.5	1	0.70	124
25	84	87.5	91	94.5	548	63	89.25	3.5	1	0.63	214
26	87.5	91	94.5	98	501	52	92.75	3.5	1	0.56	221
27	91	94.5	98	101.5	433	55	96.25	3.5	1	0.70	198
28	94.5	98	101.5	105	271	39	99.75	3.5	1	0.79	226
29	98	101.5	105	108.5	204	39	103.25	3.5	1	1.04	129
30	0	7	10.5	17.5	177	18	8.75	3.5	2	1.67	158

LINE 4

Panjang Lintasan : 112 meter

Spasi : 3.5 meter

No	Elektroda (meter)				I (mA)	V (mV)	Data Res2Dinv				
	A	M	N	B			x line	spasi	n	$\rho_a(\Omega m)$	\underline{M} (ms)
1	0	3.5	7	10.5	283	53	5.25	3.5	1	1.23	38
2	3.5	7	10.5	14	279	195	8.75	3.5	1	2.09	42
3	7	10.5	14	17.5	197	132	12.25	3.5	1	1.30	75
4	10.5	14	17.5	21	285	81	15.75	3.5	1	1.86	77
5	14	17.5	21	24.5	343	202	19.25	3.5	1	1.31	75
6	17.5	21	24.5	28	156	49	22.75	3.5	1	0.91	346
7	21	24.5	28	31.5	162	31	26.25	3.5	1	1.26	295
8	24.5	28	31.5	35	291	56	29.75	3.5	1	1.27	206
9	28	31.5	35	38.5	178	42	33.25	3.5	1	0.87	224
10	31.5	35	38.5	42	198	37	36.75	3.5	1	1.24	269
11	35	38.5	42	45.5	263	55	40.25	3.5	1	1.38	280
12	38.5	42	45.5	49	139	34	43.75	3.5	1	1.64	229
13	42	45.5	49	52.5	220	43	47.25	3.5	1	1.30	293
14	45.5	49	52.5	56	259	29	50.75	3.5	1	0.73	332
15	49	52.5	56	59.5	162	24	54.25	3.5	1	0.98	262
16	52.5	56	59.5	63	229	38	57.75	3.5	1	1.10	248
17	56	59.5	63	66.5	505	95	61.25	3.5	1	1.24	71
18	59.5	63	66.5	70	626	105	64.75	3.5	1	1.10	132
19	63	66.5	70	73.5	601	85	68.25	3.5	1	0.94	107
20	66.5	70	73.5	77	487	63	71.75	3.5	1	0.86	151
21	70	73.5	77	80.5	492	63	75.25	3.5	1	0.84	229
22	73.5	77	80.5	84	545	65	78.75	3.5	1	0.78	99
23	77	80.5	84	87.5	537	50	82.25	3.5	1	0.62	152
24	80.5	84	87.5	91	506	70	85.75	3.5	1	0.91	113
25	84	87.5	91	94.5	546	67	89.25	3.5	1	0.80	166
26	87.5	91	94.5	98	506	63	92.75	3.5	1	0.83	158
27	91	94.5	98	101.5	434	46	96.25	3.5	1	0.70	296
28	94.5	98	101.5	105	270	34	99.75	3.5	1	0.83	326
29	98	101.5	105	108.5	223	25	103.25	3.5	1	0.73	296
30	0	7	10.5	17.5	255	26	8.75	3.5	2	2.02	244

LAMPIRAN 2

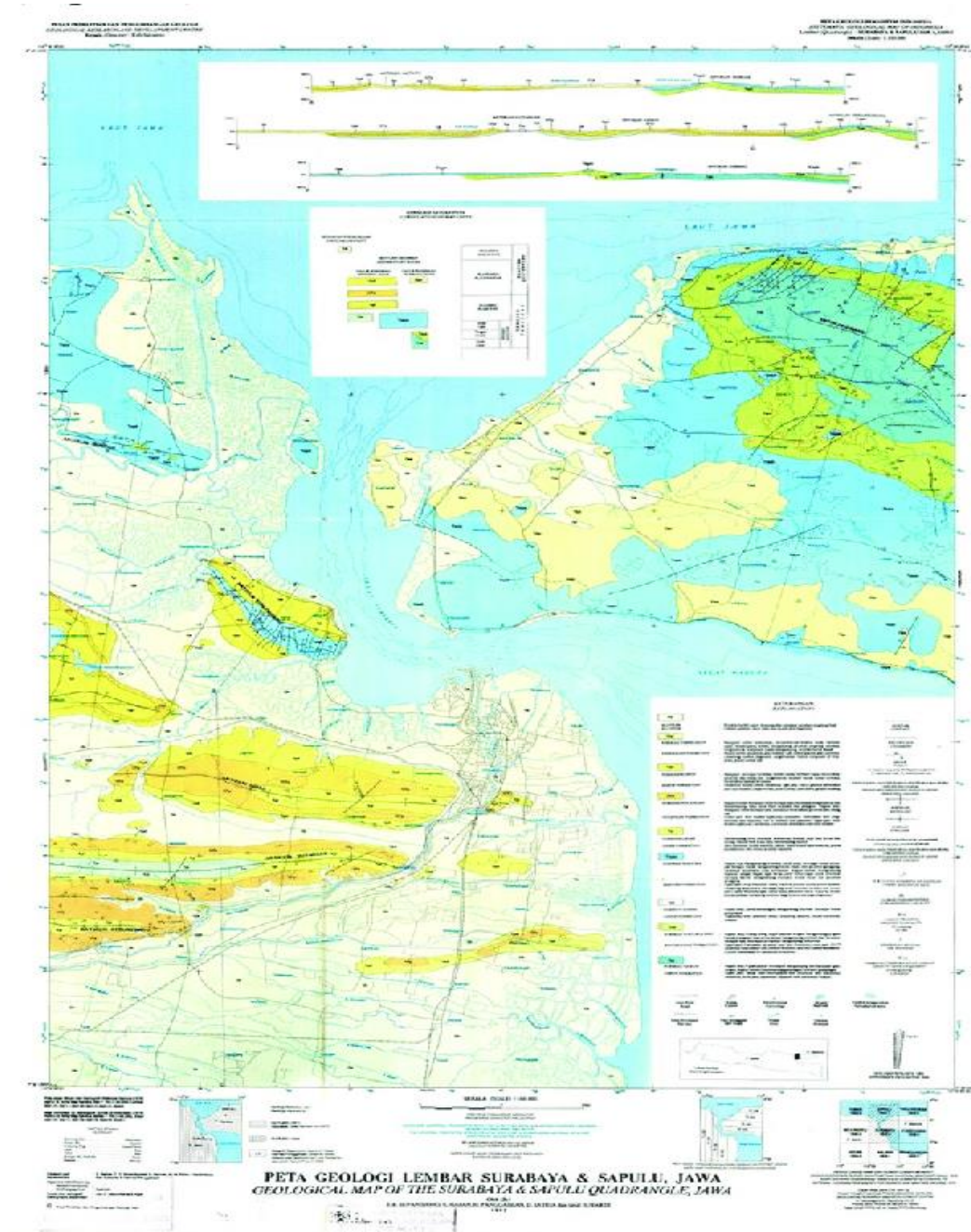
Dokumentasi Penelitian





LAMPIRAN 3

Peta Geologi





**KEMENTERIAN AGAMA RI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
JURUSAN FISIKA**

Gedung B.J. Habibie Lt. 2 Fak. Saintek Jl. Gajayana No. 50 Malang 65144 Telp. (0341) 558933

BUKTI KONSULTASI SKRIPSI

Nama : RAHMA SANDI ISNENI
NIM : 16640069
Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi/Fisika
Judul Skripsi : Analisis Data Geolistrik Metode Ip (*Induced Polarization*)
Untuk Mengetahui Sebaran Lumpur Di Bawah Permukaan
(Studi Kasus : Desa Sekarkurung Kecamatan Kebomas
Kabupaten Gresik)
Pembimbing I : Drs. Abdul Basid, M.Si
Pembimbing II : Ahmad Abtokhi, M.Pd

No.	Hari/Tanggal	HAL	Tanda Tangan
1	14 Februari 2020	Konsultasi Bab I DAN ACC	
2	19 Maret 2020	Konsultasi Bab I, II, dan III	
3	07 April 2020	Konsultasi Bab I, II, III dan ACC	
4	12 November 2020	Konsultasi Data Hasil Bab IV	
5	8 Februari 2021	Konsultasi Interpretasi	
6	31 Maret 2021	Konsultasi IV	
7	10 April 2021	Konsultasi Bab IV, V dan ACC	
8	27 April 2021	Konsultasi Revisi Sidang	
9	2 Maret 2021	Konsultasi Integrasi Al-Quran	
11	20 Mei 2020	Konsultasi Semua Bab	
12	21 Juni 2021	Konsultasi Semua Bab dan ACC	

Mengesahkan,
Ketua Jurusan Fisika


Drs. Abdul Basid, M.Si

NIP. 19650504 199003 1 003